

**Evamaria Spitzley**

---

Kontrollierte klinische Studie über den Einfluss einer  
Akupunkturbehandlung auf die postoperative  
Entwicklung der Pansenmotilität bei Milchkühen

**INAUGURAL-DISSERTATION** zur Erlangung des Grades eines **Dr. med. vet.**  
beim Fachbereich Veterinärmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen



*édition scientifique*  
**VVB LAUFERSWEILER VERLAG**

**Das Werk ist in allen seinen Teilen urheberrechtlich geschützt.**

**Die rechtliche Verantwortung für den gesamten Inhalt dieses Buches liegt ausschließlich bei dem Autor dieses Werkes.**

Jede Verwertung ist ohne schriftliche Zustimmung des Autors oder des Verlages unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in und Verarbeitung durch elektronische Systeme.

1. Auflage 2014

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of the Author or the Publishers.

1<sup>st</sup> Edition 2014

© 2014 by VVB LAUFERSWEILER VERLAG, Giessen  
Printed in Germany



*édition scientifique*  
**VVB LAUFERSWEILER VERLAG**

STAUFENBERGRING 15, D-35396 GIESSEN  
Tel: 0641-5599888 Fax: 0641-5599890  
email: [redaktion@doktorverlag.de](mailto:redaktion@doktorverlag.de)

**[www.doktorverlag.de](http://www.doktorverlag.de)**

Aus dem Klinikum Veterinärmedizin  
der Justus-Liebig-Universität Gießen  
Klinik für Wiederkäuer und Schweine  
(Innere Medizin und Chirurgie)

Betreuer: Prof. Dr. Dr. habil. K. Doll

**Kontrollierte klinische Studie über den Einfluss einer  
Akupunkturbehandlung auf die postoperative Entwicklung der  
Pansenmotilität bei Milchkühen**

**INAUGURAL – DISSERTATION**

zur Erlangung des Grades eines  
Dr. med. vet.

beim Fachbereich Veterinärmedizin  
der Justus-Liebig-Universität

Eingereicht von

**Evamaria Spitzley**

Tierärztin aus Bad Mergentheim

Gießen 2014

Mit Genehmigung des Fachbereichs Veterinärmedizin  
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Dekan: Prof. Dr. Dr. h.c. Martin Kramer

Gutachter: Prof. Dr. Dr. habil. Klaus Doll  
Prof. Dr. R. Gerstberger

Tag der Disputation: 18.März 2014

## Meinen Eltern

## Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen .....	V
1 Einleitung.....	1
2 Schrifttum .....	2
2.1 Labmagenverlagerung .....	2
2.1.1 Vorkommen der Labmagenverlagerung .....	2
2.1.2 Ätiologie und Pathogenese .....	2
2.1.3 Einflussfaktoren auf die postoperativen Rekonvaleszenz von Patienten mit Labmagenverlagerung.....	4
2.2 Anatomie des mehrhöhligen Magens .....	5
2.3 Physiologie der Pansenmotilität .....	8
2.4 Methoden zur Untersuchung der Pansenperistaltik.....	10
2.4.1 Klinische Methoden.....	10
2.4.2 Ruminographie.....	11
2.5 Tokographie .....	15
2.5.1 Geschichtlicher Hintergrund der Tokographie.....	15
2.5.2 Vierkanaltokograph .....	17
2.6 Akupunktur .....	18
2.6.1 Grundlagen der Veterinärakupunktur .....	18
2.6.2 Akupunkturpunkte .....	19
2.6.3 Diagnostik und Behandlung in der TCM.....	21
2.6.4 Die Labmagenverlagerung in der TCM .....	22
2.6.5 Akupunkturtechnik.....	22
2.6.6 Überblick über bisherige Studien zu Akupunkturbehandlungen.....	23
2.6.7 Anmerkungen zu den erwähnten Akupunkturstudien bei Wiederkäuern .....	27
3 Material und Methoden.....	30
3.1.1 Anzahl und Auswahl der Probanden .....	30
3.1.2 Randomisierungsschema.....	32
3.2 Durchführung der Studie .....	32
3.2.1 Diagnosestellung.....	32
3.2.2 Durchführung der Operation.....	33
3.2.3 Laboruntersuchungen .....	34

3.2.4	Klinische Untersuchungen .....	35
3.2.5	Ruminographische Messungen.....	35
3.2.6	Untersuchungen zur Validierung der ruminographischen Methode.....	51
3.2.6.1	Probanden.....	51
3.2.6.2	Vergleichsmessungen mittels Ventigraph.....	51
3.2.7	Akupunkturbehandlung .....	52
3.2.8	Begleittherapie, Haltungs- und Fütterungsbedingungen .....	59
3.2.9	Ablauf der Untersuchungen.....	61
3.2.10	Übersicht über das Studiendesign .....	62
3.2.11	Hauptzielkriterien .....	63
3.2.12	Nebenzielkriterien .....	64
3.3	Statistische Auswertung .....	65
4	Ergebnisse der eigenen Untersuchungen .....	68
4.1	Angaben zu den Patienten .....	68
4.2	Ergebnisse der Untersuchungen zur Validierung der ruminographischen Methode .....	70
4.3	Hauptzielkriterien.....	73
4.3.1	Anzahl der Signalkomplexe.....	73
4.3.2	Gesamtwirkfläche.....	76
4.3.3	Gesamtwirkflächen der Signalkomplexe .....	79
4.3.4	Mittlere Wirkfläche der Signalkomplexe .....	82
4.4	Nebenzielkriterien.....	85
4.4.1	Base Excess .....	85
4.4.2	$\beta$ -Hydroxybutyrat.....	88
4.4.3	Milchleistung .....	91
5	Diskussion .....	94
5.1	Anmerkungen zur Methode .....	94
5.1.1	Ruminographie.....	94
5.1.2	Akupunkturbehandlung .....	97
5.2	Beurteilung der Ruminographie-Ergebnisse.....	98
5.3	Beurteilung der Nebenzielkriterien-Ergebnisse .....	102
5.4	Schlussfolgerung.....	103
6	Zusammenfassung.....	105
6.1	Summary.....	107

7	Literaturverzeichnis .....	109
8	Anhang .....	120
8.1	Untersuchungsbögen zur Dokumentation der Patientendaten .....	120
8.1.1	Signalement und Anamnese .....	120
8.1.2	Aufnahmeuntersuchung .....	121
8.1.3	Ruminographiedaten .....	123
8.1.4	Verlaufsuntersuchung .....	123
8.1.5	Nachuntersuchung .....	124
8.2	Tabellen .....	125
8.2.1	Tabellarische Übersicht der Baselinedaten der Studientiere .....	125
8.2.2	Tabellarische Übersicht über die Ruminographiedaten der Studientiere .....	129
8.2.3	Übersicht über die Nebenzielkriterien .....	133



## Abkürzungen

ATF:	Akademie für Tierärztliche Fortbildung
BCS:	Body Condition Score (Körperkondition)
BE:	Base Excess (Basenabweichung)
$\beta$ -HBA:	$\beta$ -Hydroxybutyrat
Bl:	Blasenmeridian
BL-21:	entsprechend 21. Akupunkturpunkt des Blasenmeridians
Ca:	Calcium
et al.:	et alii (und Mitarbeiter)
EDTA:	Ethylene Diamine Tetraacetic Acid
GB:	Gesamtbilirubin
Gb:	Gallenblase Meridian
GLDH:	Glutamat-Dehydrogenase
Hz:	Herz
I. E.:	Internationale Einheit
ion:	ionisiert
i. v.:	intravenös
Konf. Int.:	Konfidenzintervall
LG:	Lenkergefäß
Ma:	Magenmeridian
mmol:	Millimol
$\mu$ mol:	Mikromol
MP:	Milz-Pankreasmeridian
N:	Newton
NEFA:	nonesterified fatty acid (unveresterte Fettsäuren)
Ns:	Newtonsekunde
Pe:	Perikardmeridian
Rel. Risiko:	Relatives Risiko
s:	Standardabweichung
TCM:	Traditionelle Chinesische Medizin
UV:	Ultraviolettstrahlung
$\bar{x}$ :	arithmetischer Mittelwert
$\bar{x}_g$ :	geometrischer Mittelwert



# 1 Einleitung

In einer kürzlich an der Klinik für Wiederkäuer und Schweine der Justus-Liebig-Universität Gießen durchgeführten kontrollierten klinischen Studie über den Einfluss einer Akupunkturbehandlung auf die postoperative Entwicklung von Kühen nach Operation einer linksseitigen Labmagenverlagerung (Freudenberg 2010) ergab sich als Nebenbefund der interessante Hinweis auf eine Stimulation der Pansenmotilität durch die vorangegangene Akupunktur von fünf Punkten (u. a. Ma- 36 und MP- 6). Da bei der Konzeption der genannten Studie das Kriterium „Pansenmotilität“ allerdings nur als Nebenkriterium definiert worden war, kann dieser Parameter somit nicht als Beleg für die Wirksamkeit der Akupunkturbehandlung herangezogen werden. In dieser nachfolgenden Studie sollte deshalb gezielt dieses Kriterium geprüft werden. Dazu wurde bei Kühen, welche in der Klinik wegen einer rechtsseitigen Labmagenverlagerung operiert wurden, in dem postoperativen Zeitraum die Entwicklung der Pansenmotilität anhand objektiver Kriterien (Ruminographie) ermittelt. Zur Standardisierung wurden nur Kühe mit entsprechendem Krankheitsbild und voraus gegangener operativer Korrektur eingeschlossen. Es ist bekannt, dass bei Kühen nach Labmagenverlagerung eine Phase der Rekonvaleszenz mit herabgesetzter Motorik vorliegt (Geishauser 1996b, Hummel 2005).

Zur Gewährleistung einer möglichst hohen Evidenz der Ergebnisse wurde daher im Rahmen einer kontrollierten klinischen Studie die Pansenmotilität sowohl in der akupunktierten Versuchsgruppe als auch in der nicht akupunktierten Kontrollgruppe mittels Ruminographie erfasst.

In dieser Studie sollte die Fragestellung untersucht werden, ob sich diese beiden Gruppen im postoperativen Zeitraum im Hinblick auf die Entwicklung der Pansenmotilität unterscheiden. Zusätzlich wurden folgende Nebenzielkriterien erfasst: Base Excess,  $\beta$ - Hydroxybutyrat- Konzentration im Serum sowie die Entwicklung der Milchleistung.

## **2 Schrifttum**

### **2.1 Labmagenverlagerung**

#### **2.1.1 Vorkommen der Labmagenverlagerung**

Die Häufigkeit der Labmagenverlagerung hat in den letzten 50 Jahren kontinuierlich zugenommen (Doll et al. 2009). Die Angaben der Laktationsinzidenz unterliegen regional- und rassebedingten Schwankungen. Untersuchungen in hessischen Holstein-Herden ergaben eine mittlere Laktationsinzidenz von 2,3 % (Doll 2007). In anderen Gebieten Deutschlands wurden niedrigere mittlere Inzidenzen ermittelt. In norddeutschen Betrieben beispielsweise 1,6 % (Wolf et al. 2001). Dabei tritt die linksseitige Verlagerung bei den meisten Rassen wesentlich häufiger auf als die Verlagerung nach rechts (Dirksen 2002b). Einer Studie von Wolf et al. (2001) an Deutschen Holsteins sowie den Untersuchungen von Geishauser et al. (1996b) an hessischen Rindern zufolge handelt es sich in zwei Drittel der Fälle um linksseitige Labmagenverlagerungen. Die rechtsseitige Labmagenverlagerung kann man in verschiedene Formen unterteilen. Von 462 Fällen aus dem Patientengut der Gießener Klinik verliefen nur 55 Fälle ohne Drehung. Von den restlichen 407 Fällen zeigten 99 % eine Drehung nach links (Kümper 1995a, b).

#### **2.1.2 Ätiologie und Pathogenese**

Als Grundvoraussetzung der Entstehung einer Labmagenverlagerung wird eine Motilitätsstörung des Labmagens mit nachfolgender vermehrter Flüssigkeits- und Gasansammlung im Labmagenumen angenommen, die zu einer verzögerten Entleerung des Labmagens führt (Dirksen 1961, Correa et al. 1990, Constable 1991, Geishauser et al. 1998).

Bei der linksseitigen Labmagenverlagerung bedingt die zunehmende Gasfüllung und Erweiterung von Fundus und Corpus abomasi eine Verschiebung des Labmagens zwischen Pansen und linke Bauchwand (Dirksen 2002a). Im Gegensatz dazu schiebt sich bei der rechtsseitigen Labmagenverlagerung das Organ nach kaudodorsal zwischen rechte Bauchwand und Darmscheibe (Dirksen 2002b). Der nach rechts dorsal verlagerte Labmagen kann sich zusätzlich um seine vertikale Achse drehen. Meist verläuft diese Drehung nach links. Man unterscheidet Drehungen bis 180° und sol-

che, die 180° überschreiten. Die Drehung des Labmagens kann zu einem völligen Verschluss der Labmagen-Darmpassage mit hämorrhagischer Infarzierung führen (Kümper 1995a).

Hinsichtlich Ätiologie gilt die Labmagenverlagerung als eine multifaktorielle Erkrankung (Svendsen 1969).

Als anatomische Faktoren werden neben der Beweglichkeit der Pars pylorica, die Dehnbarkeit der Wand des Labmagenfundus und die seitliche Lage des Ostium omasoabomasicum genannt (Pinsent et al. 1961, Dirksen 1962). Weiter als prädisponierend angesehen werden kraftfutterreiche und strukturarme Fütterung (Dirksen 1961, Svendsen 1969, Constable et al. 1992a, Geishauser 1995), Haltingsbedingungen (Karatzias 1992), Überkonditionierung der Tiere (Coppock 1974) und Begleiterkrankungen wie Acetonämie und Nachgeburtsverhaltung (Pinsent et al. 1961, Espersen 1961, Dirksen 1961, Hull u. Wass 1973a, b, Vlaminck et al. 1985, Constable et al. 1992a, Massey et al. 1993, Geishauser 1995). In der Literatur findet man Angaben über ein vermehrtes Auftreten der Labmagenverlagerung bei Tieren zwischen dem 4. und dem 7. Lebensjahr (Dirksen 1962, Mather u. Dedrick 1966, Hull u. Wass 1973a, Willeberg et al. 1982, Constable et al. 1992a, Diedrichs 1996) und vor allem bei den milchbetonten Rassen (Constable et al. 1992a, Geishauser 1995, Diedrichs 1996, Geishauser et al. 1996a). Außerdem werden jahreszeitliche Schwankungen beim Auftreten der Labmagenverlagerung (Dirksen 1962, Constable et al. 1992a, Diedrichs 1996) sowie Zusammenhänge mit der Kalbung v. a. bei der linksseitigen Labmagenverlagerung diskutiert (Dirksen 1961, Constable et al. 1992a).

Nach neueren Untersuchungen wird eine Ursache im enterischen Nervensystem vermutet. In der Labmagenwand von Kühen mit Labmagenverlagerung wurden eine vermehrte Aktivität der neuronalen Stickoxid-Synthase und eine verringerte Acetylcholin-Sensitivität festgestellt. Diese Fehlfunktion könnte die Hypomotilität sowie die Entleerungsstörungen bei Kühen mit Labmagenverlagerungen verursachen (Geishauser et al. 1998). Eine andere Studie beschäftigte sich mit den Neurotransmittern Substanz P und „Vasoaktives Interstinales Polypeptid“ in der Labmagenwand. Die hierbei in immunhistochemischen Untersuchungen ermittelten Resultate könnten einen Hinweis liefern für das gehäufte Auftreten von Labmagenverlagerungen bei Holstein-Kühen im Vergleich zu Tieren der Rasse Deutsches Fleckvieh (Sicking 2007).

### **2.1.3 Einflussfaktoren auf die postoperativen Rekonvaleszenz von Patienten mit Labmagenverlagerung**

Es gibt deutliche Unterschiede der Heilungsraten von Tieren mit links- und rechtsseitiger Labmagenverlagerung nach operativer Korrektur der Verlagerung. In Studien schwank die Heilungsrate zwischen 73 % und 98,3 % (Constable et al. 1991a, Fubini et al. 1991, Rehage et al. 1996, Hof 1999, Leeuwen u. Müller 2002, Seeger 2004, Sterner et al. 2008). Um bereits präoperativ eine Prognose bezüglich Heilungsrate geben zu können, wurden die prädiktiven Werte verschiedener Kriterien untersucht.

Anhand klinischer Befunde ist es möglich, den Verlagerungstyp und Verdrehungsgrad einzuschätzen. Bei der Eingangsuntersuchung der Tiere mit Labmagenverlagerung wurde beispielsweise festgestellt, dass Unterschiede hinsichtlich Herzfrequenz, Temperatur, Kotmenge und Pansenaktivität einen Anhaltspunkt ergeben können bezüglich des späteren Krankheitsverlaufs nach der Operation. Zusammenfassend ist jedoch zu sagen, dass die Erfolgsrate nicht ausschließlich von einer Variablen abhängig gemacht werden kann (Fubini et al. 1991, Hof 1999, Rohn et al. 2004). Entscheidend für die Prognose ist jedoch die Art der Verlagerung. Die Heilungsrate liegt bei Tieren mit linksseitiger Labmagenverlagerung deutlich höher. Seeger (2004) konnte bei Kühen mit linksseitiger Labmagenverlagerung nach endoskopischer operativer Korrektur eine hohe Erfolgsquote von 98,3 % erzielen. Im Vergleich dazu konnte bei Tieren mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung eine Quote von 74,5 % gefunden werden (Rohn et al. 2004). Bei Tieren mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung spielt ebenso der Grad der Verlagerung eine wichtige Rolle: so lag die Erfolgsrate bei einfachen Drehungen bis 180° bei etwa 91 %, bei Labmagenvolvuli bei 61 %. Mit steigendem Torsionsgrad und unter Einbeziehung von Psalter und Haube fällt die Erfolgsrate stetig und es verlängert sich die Phase der Rekonvaleszenz (Fubini et al. 1991, Hof 1999). Weiter spielten der Füllungsgrad und die Füllung selbst eine Rolle. So konnten weniger Tiere als geheilt entlassen werden mit flüssigkeitsgefülltem Labmagen als solche mit gasgefülltem Labmagen (Fubini et al. 1991). Tiere, die trotz operativer Korrektur nicht geheilt werden konnten, wiesen einen höheren intraluminalen Labmagendruck auf (Constable et al. 1992b).

Die Prognose des weiteren Krankheitsverlaufs von Kühen nach operativer Korrektur der Labmagenverlagerung korreliert eng mit der Energiesituation der Tiere und dem Vorliegen einer Fettleber (Rehage et al. 1996, Kalaitzakis et al. 2006). Futteraufnahme

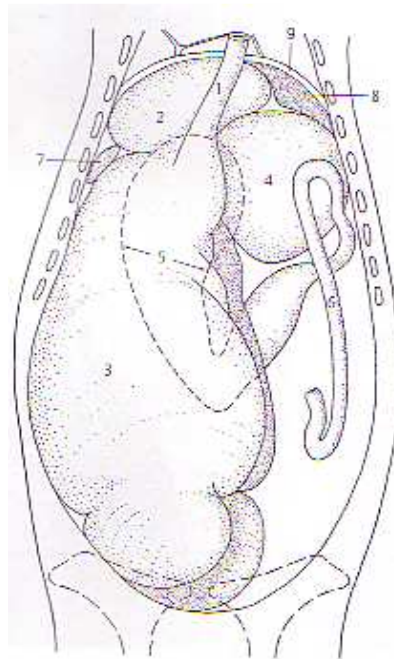
me und Milchleistung stiegen bei Tieren mit einer massiven Fettleber nach der Operation geringer an als bei den Tieren, bei denen eine mäßige oder keine Fettleber vorlag. Bei den Kühen mit massiver Leberverfettung waren die Konzentration von NEFA (nonesterified fatty acid) und  $\beta$ -Hydroxybutyrat höher als bei denen anderer Tiere. Die Werte sanken jedoch nach der Operation ab (Rehage et al. 1996). Als Indikator für eine Prognose des Krankheitsverlaufes nach Labmagenverlagerung soll sich außerdem ein Leberfunktionstest eignen, die Bromsulfaleinretentionsprobe. In einer Studie zeigten Tiere mit Werten unter elf Minuten eine bessere Rekonvaleszenz als Kühe mit pathologisch verlängerten Werten (Taguchi et al. 1992). Die langfristige Prognose und der Verbleib der Tiere in der Herde hängen von zahlreichen Faktoren ab, vor allem von der erfolgreichen Behandlung zusätzlicher Erkrankungen (Rehage et al. 1996, Sterner et al. 2008).

Die Motilitätsstörung ist mit der Reposition des Labmagens noch nicht beendet. Es konnte gezeigt werden, dass die myoelektrische Aktivität von Labmagen und Duodenum bei Kühen nach operativer Korrektur der linksseitigen Labmagenverlagerung deutlich reduziert ist. Bei einigen Tieren normalisierte sich die Aktivität innerhalb von fünf Tagen post operationem. Im Vergleich zu einer gesunden Kontrollgruppe zeigte eine andere Gruppe über einen Zeitraum von sieben Tagen eine verminderte myoelektrische Aktivität (Hummel 2005). Weiter wurde eine verzögerte Entleerung des Labmagens in den drei Tagen nach der Operation verzeichnet (Geishauser 1996b). Diese Hypomotilität des Labmagens war bei Tieren nach operativer Korrektur einer rechts- bzw. linksseitigen Labmagenverlagerung vergleichbar. Weiter konnte gezeigt werden, dass bei Kühen mit linksseitiger Labmagenverlagerung die Hypomotilität sich nach der operativen Korrektur zunächst sogar verstärkt (Wittek et al. 2005).

## **2.2 Anatomie des mehrhöhligen Magens**

Der mehrhöhlige Magen der Wiederkäuer setzt sich aus vier Abteilungen zusammen: Pansen, Netzmagen und Blättermagen stellen die Vormägen dar. Der Labmagen bildet die vierte Abteilung und gleicht weitgehend dem einhöhligen Magen der anderen Haussäugetiere (Abbildung 1; Salomon 2008).

Das Fassungsvermögen des gesamten Rindermagens beträgt 65 Liter und mehr, wobei 80 % des Inhaltes auf den Pansen entfallen. Der Pansen nimmt die linke Hälfte der Bauchhöhle fast vollständig ein (Vollmerhaus u. Roos 2004).



**Abb. 1: Topographie des Wiederkäuermagens, Dorsalansicht (abgeändert nach Dyce et al. 1991; aus Salomon 2008).**

**1 = Ösophagus, 2 = Netzmagen, 3 = Pansen, 4 = Blättermagen, 5 = Labmagen, 6 = Pars descendens duodeni, 7 = Milz, 8 = Leber, 9 = Zwerchfell.**

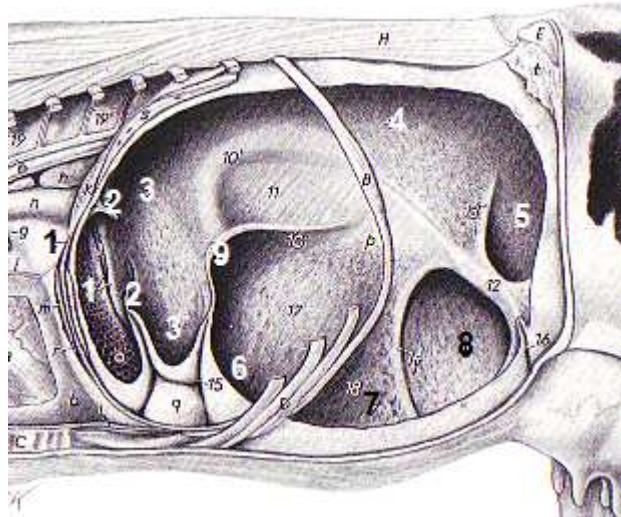
Er reicht vom siebten Interkostalraum bis zum Beckeneingang (Salomon 2008). Die kaudale Hälfte legt sich der linken Bauchwand flächig an. In der linken Hungergrube können die Pansenbewegungen durch Auflegen der flachen Hand gefühlt werden und das rhythmische Vorwölben der Bauchwand ist zu sehen (Vollmerhaus u. Roos 2004).

Auskultatorisch kann das Platzen der Schaumbläschen im Panseninhalt sowie die Reibung der Futtermassen an den Pansenzotten als Pansengeräusch wahrgenommen werden. Der Pansen wird unterteilt in ein Atrium ruminis, auch Schleudermagen genannt, mit einer ventralen Bucht, weiter in einen dorsalen Pansensack mit kaudodorsalem Blindsack sowie in einen ventralen Pansensack mit Recessus ruminis und kaudoventralem Blindsack (Abbildung 2; Vollmerhaus u. Roos 2004).

In die verschiedenen Abschnitte wird der Pansen durch Pansenfeiler und -furchen unterteilt, die durch lokale Verstärkungen der Tunica muscularis der Pansenwand entstehen.

Der Aufbau der Pansenwand entspricht bis auf ein paar Besonderheiten dem Grundbauplan der Rumpfdarmwand. So weist die drüsenlose kutane Schleimhaut des Pansens bis 10 mm hohe Zotten auf. Weiter besteht die Pansenwand aus Epithelium





**Abb. 2: Lage der Brust- und Bauchorgane nach Entfernung der Lunge und Eröffnung der Haube und Pansen eines erwachsenen Rindes. Linke Ansicht (nach Wilkens 1955; aus Nickel et al. 2004):**

**1 = Sulcus reticuli, 1' = Lippen; 2 = Hauben-Pansenfalte, 3 = Atrium ruminis, Schleudermagen, 3' = ventrale Bucht, 4 = dorsaler Pansensack, 5 = kaudodorsaler Blindsack, 6 = Recessus ruminis, 7 = ventraler Pansensack, 8 = kaudoventraler Blindsack, 9 = kranialer Pfeiler.**

mucosae und Lamina propria mucosae. Eine Lamina muscularis mucosae fehlt. An der Grenze zur Tela submucosa befindet sich eine lamellär angeordnete Bindegewebsschicht- die Zona compacta. Weiter schließt sich die Tunica muscularis an, die aus zweischichtiger glatter Muskulatur besteht sowie die Tunica serosa (Salomon 2008).

Die Blutversorgung der Wiederkäuermägen erfolgt durch fünf Äste der Arteria coeliaca. Sie werden als Arteria lienalis, gastrica sinistra, hepatica, ruminalis sinistra und ruminalis dextra bezeichnet. Der Verlauf der Venen entspricht weitgehend dem der Arterien (Salomon 2008).

Der Magen der Wiederkäuer wird parasympathisch vom Nervus vagus und sympathisch von Ästen aus dem Plexus coeliacus versorgt. An der Innervation ist ebenfalls das intramurale System beteiligt (Hofmann u. Schnorr 1982). Die Fasern des Plexus coeliacus verlaufen gemeinsam mit periarteriellen Geflechten; ihren präganglionären Ursprung haben sie im Brustsegment des Rückenmarks (Salomon 2008). Mit dem Plexus coeliacus steht der Plexus gastricus in Verbindung. Beim Wiederkäuer ist ebenso der damit verbundene Plexus ruminalis dexter beschrieben, er versorgt die rechte Pansenfläche sowie den dorsalen und ventralen Endblindsack und steht mit

dem Plexus ruminalis sinister in Verbindung. Dieser versorgt die linke Pansenfläche sowie die Haube. Labmagen, Psalter und Haube werden durch den Plexus gastricus innerviert (Nickel et al. 2004). Durch Erregung des Sympathikus werden die peristolischen und peristaltischen Magenbewegungen gehemmt, außerdem führt dies zu einer Verengung der Blutgefäße (Salomon 2008).

Die parasympathischen Fasern entstammen dem Nervus vagus. Beim Rind gibt der Truncus vagalis dorsalis zunächst Äste an den Plexus coeliacus ab, bevor er sich weiter aufzweigt und die rechte und linke Pansenwand sowie Pansenvorhof, Magenrinne, Blättermagen, linke Psalterwand, kleine Cuvatur und Pylorus des Labmagens innerviert. Vordere und linke Haubenwand, Pförtner des Labmagens und Magenrinne werden ebenso vom Truncus vagalis ventralis versorgt (Nickel et al. 2004).

Eine Vagusreizung steigert die Magenmotorik, eine Schädigung der Vagusnerven kann dagegen zu einer Störung der Magenfunktion bis zur vollständigen Paralyse der Vormägen führen (Salomon 2008).

Unter dem intramuralem System versteht man ein feines Nervenetz mit teilweise zahlreichen kleinen Ganglien. Am Magen-Darm-Trakt des Rindes unterscheidet man den Plexus submucosus, Plexus myentericus und Plexus subserosus (Nickel et al. 2004). Es sind abschnittsweise Unterschiede des intramuralen Systems in Größe, Form und Dichte der Ganglien und Anordnung der Nervenfaserverstränge bekannt. In der Pansenwand liegen eine niedrige Gangliendichte und ein weites Maschenwerk vor, wohingegen der Sulcus reticuli die höchste Gangliendichte aufweist (Teixeira et al. 1998).

## **2.3 Physiologie der Pansenmotilität**

Wie bereits erwähnt erhält das Vormagensystem die Bewegungsimpulse durch Äste des Nervus vagus. Bei einer Durchtrennung der Verbindung steht die Vormagenmotorik anders als der übrige Verdauungstrakt still (Pfeffer 1987). Bei der Motorik von Haube und Pansen kann man A- und B-Zyklen unterscheiden. A-Zyklen breiten sich von kranial nach kaudal aus. Der komplette A-Zyklus dauert etwa 30 Sekunden. Zu Beginn findet eine biphasische Haubenkontraktion statt (Kaske 2005). Die Frequenz der Haubenkontraktionen, die Dauer der ersten und der zweiten Kontraktion sowie die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Kontraktionen schwanken während unterschiedlichen Verhaltens. So fanden Braun und Rauch (2008) in ihrer Studie bei ge-

stressten Tieren durchschnittlich 1,0 Kontraktionen in einer Minute, bei wiederkauenden Tieren 1,1, bei in Ruhe befindlichen 1,2 und während der Nahrungsaufnahme 1,5 Kontraktionen in einer Minute.

Die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Kontraktionen ist mit 6,5 cm/s während der Nahrungsaufnahme am geringsten, gefolgt von 7,0 cm/s in Ruhe und 7,1 cm/s bei gestressten Tieren. Am schnellsten breiten sich die Kontraktionen mit 7,5 cm/s während des Wiederkauens aus. Die erste der biphasischen Kontraktionen dauert zwischen 1,9 und 3,7 Sekunden. Die Zweite ist mit Werten zwischen 2,5 und 6,7 Sekunden deutlich länger (Braun u. Rauch 2008).

Nach den in kranio-dorsale Richtung stattfindenden Haubenkontraktionen kontrahiert sich der Pansenvorhof, während die Haube erschlafft. Zeitgleich beginnt der dorsale Pansensack mit dem dorsalen Blindsack sich von kranial nach kaudal für etwa sieben Sekunden zu kontrahieren. Zeitverzögert setzt auch die Kontraktion des ventralen Pansensackes und des ventralen Blindsackes ein (Abbildung 3). B-Zyklen laufen ohne Beteiligung der Haube ab. Hierbei beginnt der ventrale Blindsack sich zu kontrahieren, anschließend findet eine Kontraktion des dorsalen Blindsackes und zum Abschluss eine Kontraktion des ventralen Pansensackes statt. Adspektorisch und auskultatorisch ist keine Unterscheidung zwischen A- und B-Zyklus möglich. Das Verhältnis der verschiedenen Zyklen kann stark schwanken. Nach der Futteraufnahme liegt ein Verhältnis von 1:1 vor, wohingegen während des Hungerns sich 3-mal mehr A-Zyklen als B-Zyklen finden lassen (Kaske 2005).

Die Vormagenmotorik wird durch Menge, Art und Textur des Futters sowie durch die Dehnung der Wand des Reticulorumens beeinflusst. Mäßige Dehnung wirkt aktivierend, wohingegen starke Dehnung des Vormagens sich hemmend auf die Hauben-Pansen-Motorik auswirkt. Weiter wirken kurzkettige Fettsäuren, insbesondere Butter-säure, hemmend auf die Vormagenmotorik. Durch einen niedrigen pH-Wert des Labmageninhaltes wird die Vormagenmotorik aktiviert. Unphysiologische Dehnung des Labmagens und hohe pH-Werte hemmen hingegen die Vormagenmotorik. Epitheliale Rezeptoren im Duodenum werden bei niedrigem pH-Wert aktiviert und rufen eine Hemmung hervor. Weitere hemmende Stimuli sind Fieber und Schmerz. Der Schmerz kann direkt auf das Magenzentrum, über Hemmung des Nervus splanchnicus, oder über eine verminderte Futteraufnahme wirken (Kaske 2005).

### Hauben- und Pansenbewegungen

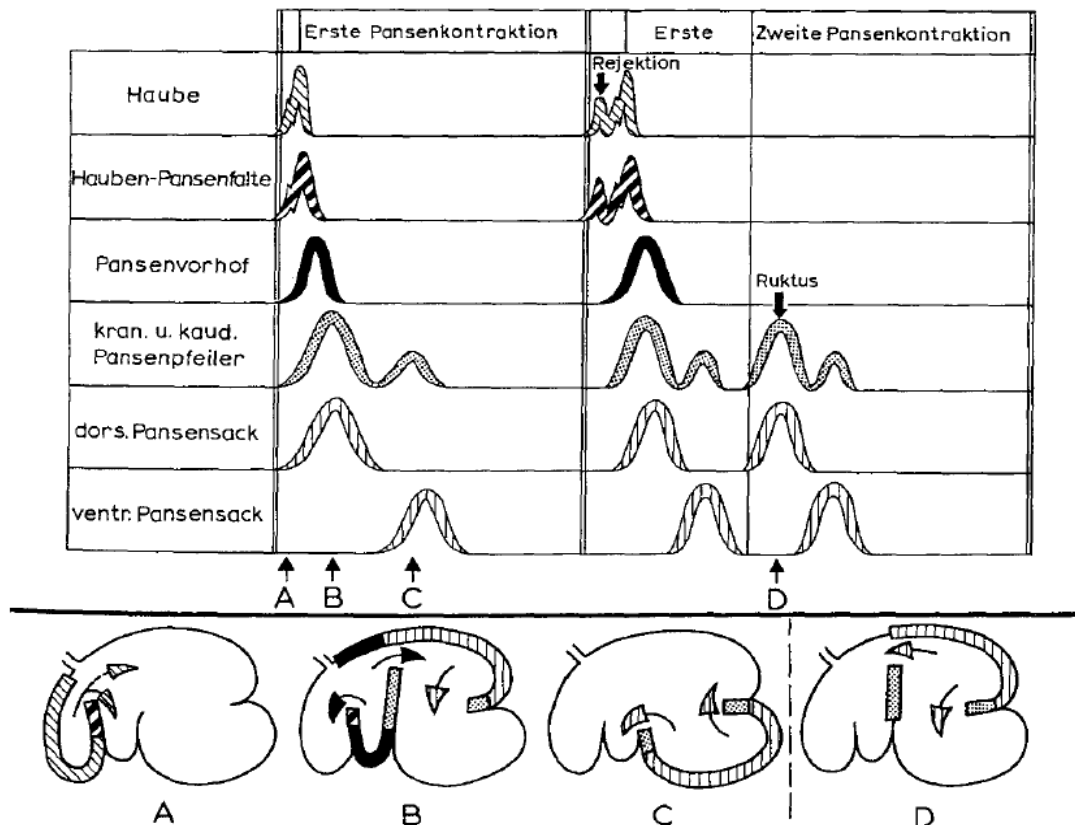


Abb. 3: Schema der Hauben- und Pansenbewegungen (nach Ehrlein; aus Scheunert und Trautmann 1987)

## 2.4 Methoden zur Untersuchung der Pansenperistaltik

### 2.4.1 Klinische Methoden

Zur Ermittlung der Pansenperistaltik verweisen Friedberger und Fröhner (1892) in ihrem Buch auf die Palpation des Pansen über der linken Hungergrube sowie auf das Fühlen der Kontraktionen mit der auf die linke Flanken- und Bauchwand aufgelegten flachen Hand. Die Auskultation durch Anlegen des Ohres an die linke Flanken- und Bauchwand beschreiben sie als Methode zur Ermittlung der Intensität der Pansenperistaltik. Sie bezeichnen die krepitierenden Geräusche als Wanstgeräusche oder Pansenknistern, die etwa drei Mal in zwei Minuten zu hören sind.

Mócsy beschreibt 1912 ebenfalls die Pansenbewegungen als fortschreitende Wellenbewegungen, die eine fünf Minuten andauernde Zählung der Bewegung erfordert.

Als Methode wird die Besichtigung und Betastung der linken Hungergrube sowie nötigenfalls die „Behorchung“ aufgeführt. Als physiologische Frequenz werden sieben bis zwölf Kontraktionen in fünf Minuten genannt.

Rosenberger beschrieb als Erster 1964 die Auskultation der durch die Pansenkontraktionen hervorgerufenen Geräusche mit dem Phonendoskop. Als Positionen des Schallkopfes gibt er die Mitte der linken Hungergrube und den vorletzten Interkostalraum auf gleicher Höhe an. Die Pansengeräusche werden als periodisch wiederkehrendes, brausend anschwellendes und wieder abklingendes „Knisterrauschen“ beschrieben, mit einer Frequenz von sieben bis zwölf Kontraktionen in fünf Minuten bei normaler Pansentätigkeit. Bei der Auskultation soll ebenso auf Art und Stärke der Kontraktionen geachtet werden.

#### **2.4.2 Ruminographie**

Unter dem Begriff Ruminographie versteht man die apparative, standardisierte Ableitung und Aufzeichnung der Pansenkontraktionen. Eine solche objektive und reliable Methode ist beispielsweise erforderlich zur Datenerfassung bei kontrollierten klinischen Studien.

Eine graphische Darstellung der Pansentätigkeit gelang Benkendoerfer erstmals 1910. Er bespannte eine uhrglasförmige Messingschale mit einem Durchmesser von zehn Zentimeter mit einer Gummimembran. Mit Hilfe eines Segeltuchs wurde die Schale so an der Kuh befestigt, dass die Gummimembran in der linken Hungergrube zum Liegen kam; sie wurde so weit aufgeblasen, dass sie der Haut anlag. An der Messingschale war durch eine Aussparung ein Schlauch angebracht, der zu einer Mareyschen Kapsel führte. In diesen Schlauch zwischengeschaltet war eine mit Luft gefüllte Spritzflasche. In der Spritzflasche befand sich ein mit der Messingschale verbundener Gummiball, der sich bei Druckanstieg füllte und so die etwas abgeschwächten Druckveränderungen weiterleitete. In der Mareyschen Kapsel wurden durch Druckveränderungen im Kapselraum Bewegungen der Gummilamelle hervorgerufen und weiter mittels einer Pelotte auf den Schreibhebel übertragen (s. Abb. 4). Der Schreibzeiger ritzte die Pansenbewegungen auf das berußte weiße Glanzpapier. Der Zylinder war so eingestellt, dass er zweieinhalb Minuten pro Umdrehung benötigte. Ein mit diesem Apparat erstelltes Ruminogramm ist in Abbildung 5 zu sehen. Weitere mechanische Geräte zur Aufzeichnung der Pansentätigkeit an der intakten Kuh wurden mit der Zeit entwickelt. Durch Druckbolzen und Hubkolben wurden die

Bewegungen des Hungergrubenbodens erfasst, auf einen Kymographen übertragen und aufgezeichnet (Dougherty u. Crumb 1949, Slanina u. Rudic 1958).

Die verschiedenen Versuchsaufbauten sind in Abbildung 6 und 9 sowie die Skizzen der mechanischen Systeme in Abbildung 7 und 8 dargestellt.

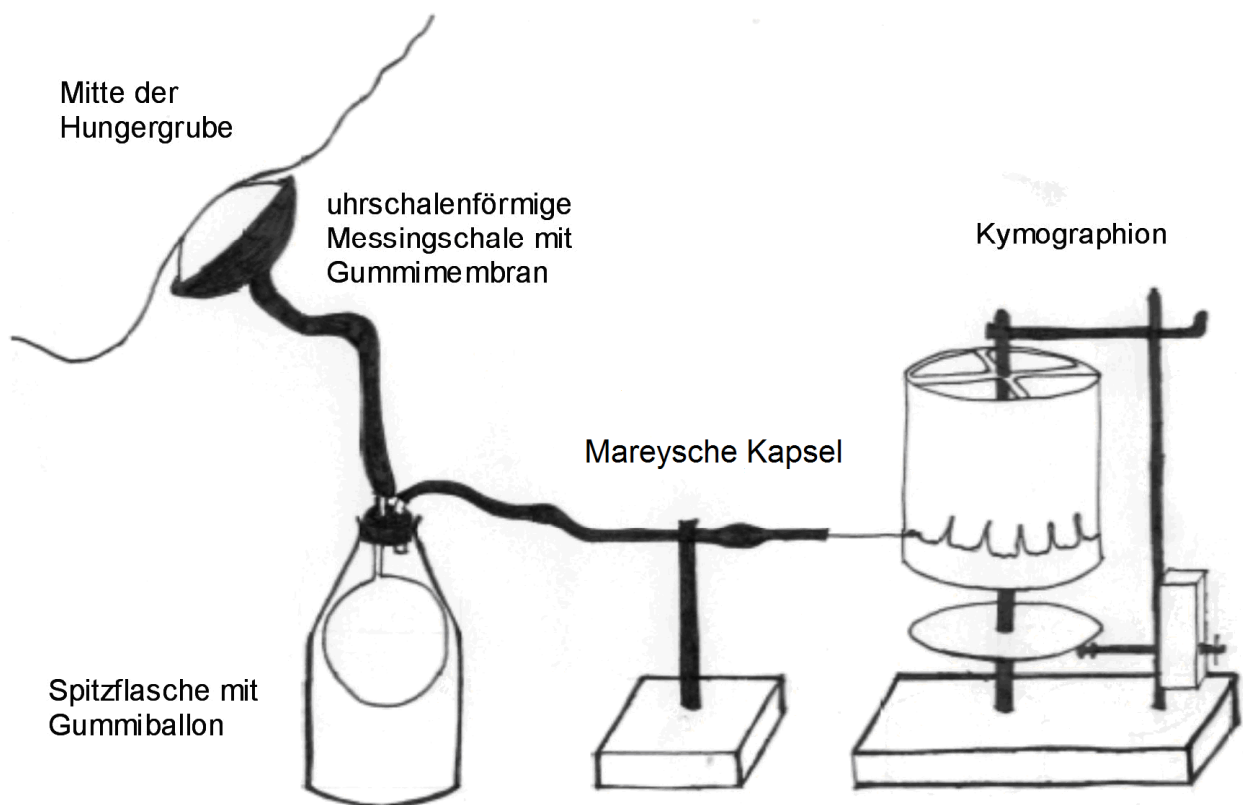


Abb. 4: Versuchsaufbau nach Benkendoerfer (1910)

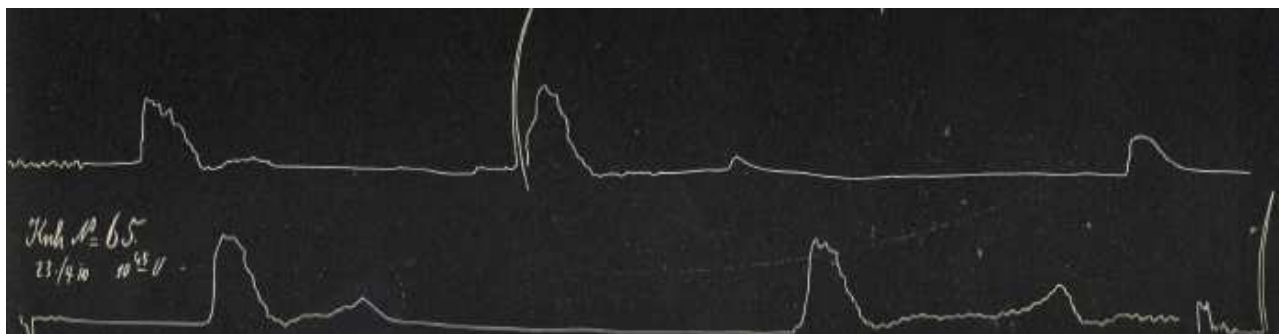
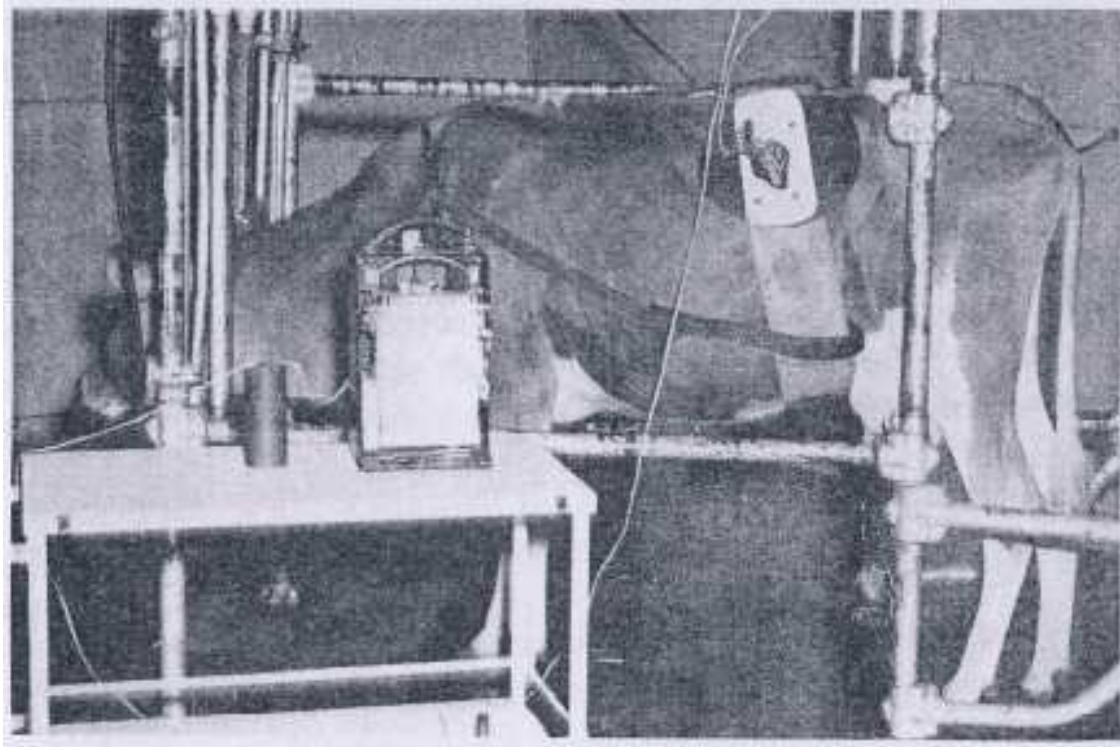
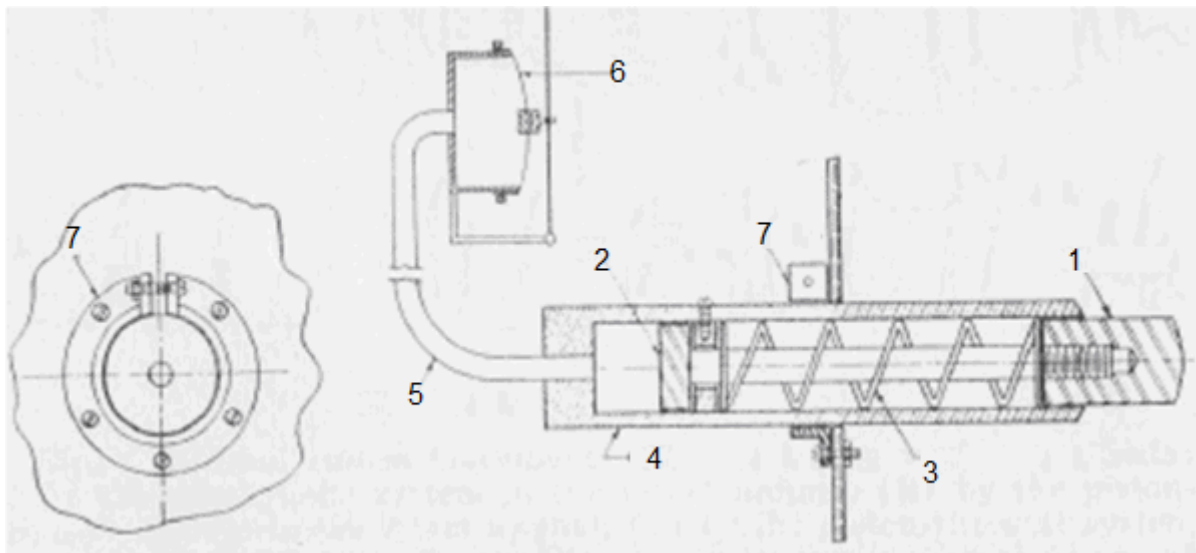


Abb. 5: Ruminogramm von Benkendoerfer (1910)

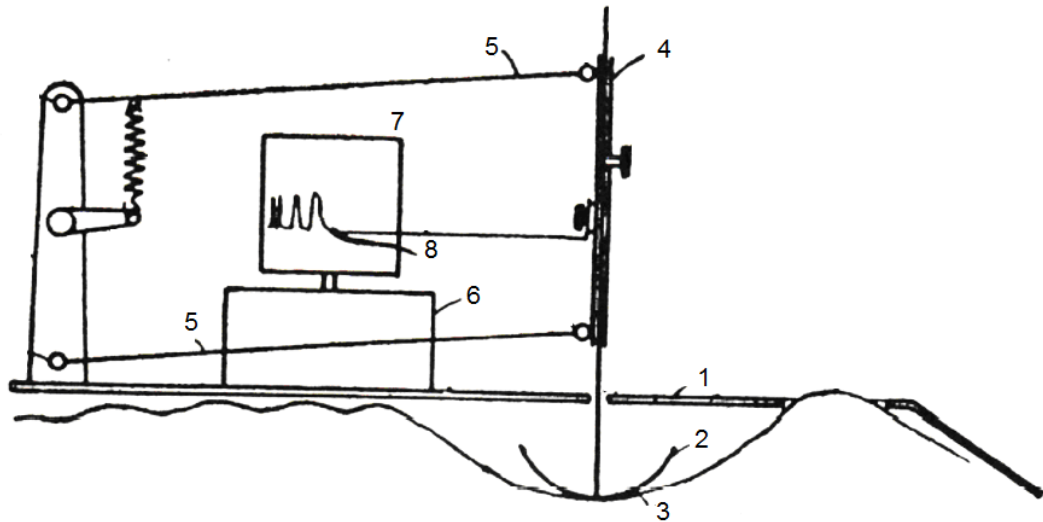


**Abb. 6: Versuchsaufbau nach Dougherty und Crumb (1949) bei der klinischen Anwendung an der Kuh**



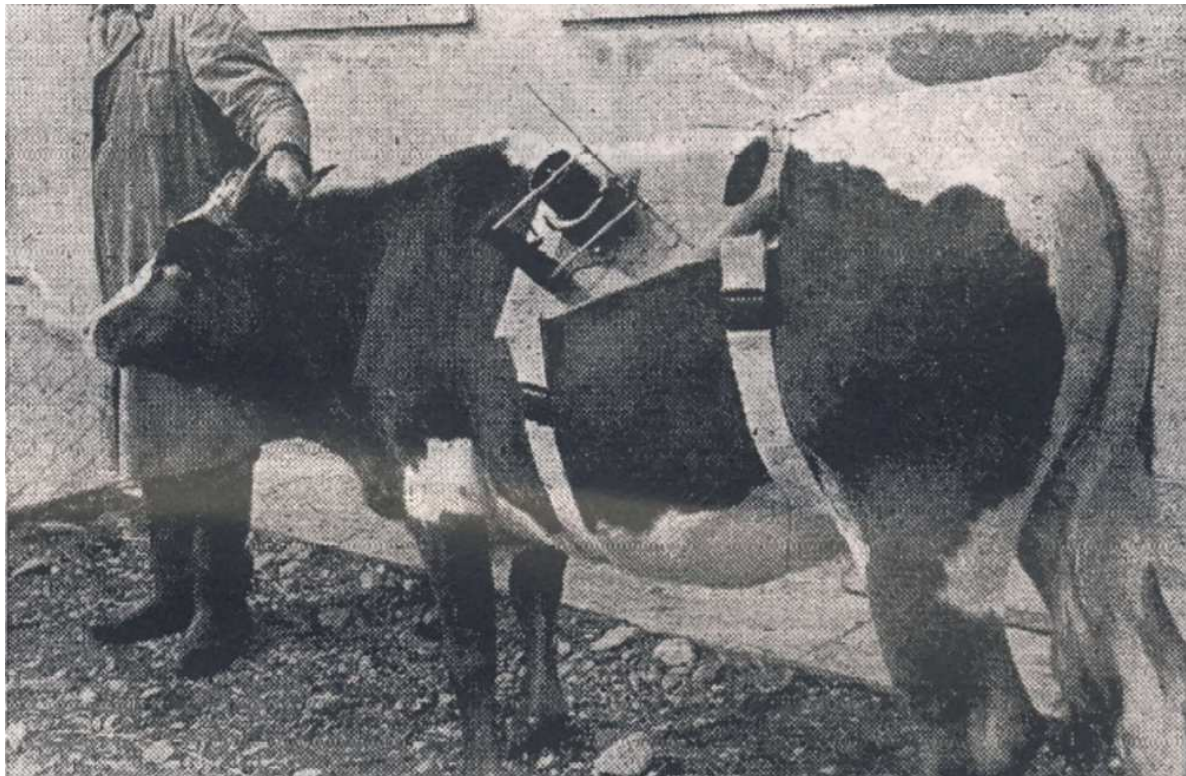
**Abb. 7: Skizze des pneumatischen Systems nach Dougherty und Crumb (1949) ;  
1= Druckbolzen, 2= Hubkolben, 3= Feder, 4= Zylinder, 5= Druckluftschlauch, 6= Membran,  
7= Befestigungselement**





**Abb. 8: Ruminograph (Slanina und Rudic 1958);**

**1= Grundplatte, 2= mechanischer Bewegungsaufnehmer,  
3= Mitte der Hungergrube, 4= Spannhülse, 5= Schwenkarme,  
6= Uhrwerk, 7= Trommel, 8= Füller zur Aufzeichnung**



**Abb. 9 : Ruminograph nach Slanina und Rudic (1958), angebracht an einer Kuh**



Dougherty und Crumb (1949) verwendeten ein Mikrophon, um die Pansengeräusche in der linken Hungergrube aufzuzeichnen. Alexander und Moodie veröffentlichten 1960 ein weiteres pneumatisches System zur Registrierung der Pansenbewegungen.

Neben den Verfahren zur Messung der Pansenmotorik über der äußeren Bauchwand wurden auch einige Messungen der Pansenmotilität durch Registrierung der Druckveränderungen im Panseninneren beschrieben:

Wester (1926) verwendete bei Rindern mit Pansenfisteln Kautschukballons, die bis zur Hälfte mit Quecksilber beschwert und in den gewünschten Magenabschnitt eingebracht wurden. Die Druckänderungen wurden durch Kautschukschläuche auf einen Kurvenschreiber und einen Kymographion übertragen. Der dabei gemessene Druck lag bei maximal 30 mm Hg (Wester 1926).

Einige andere Autoren verwendeten ähnliche Versuchsaufbauten: So ergaben die Messungen bei Johansen und Boldt (1970) Druckkurven von 20 cm bis 100 cm Wassersäule, Dirksen und Kaufmann (1978) registrierten Kontraktionsmaxima von 40 cm Wassersäule.

Außerdem beschrieben wurde die Registrierung der Druckschwankungen durch einen über eine Nasenschlundsonde eingebrachten Ballon von Nikow (1955) sowie über eine in den dorsalen Pansensack eingebrachte Kanüle von Daniel (1983).

Riley und Cook (1974) sowie Riley (1986) führten Druckmessungen über eine Sensorkapsel im Panseninneren durch, die sie in einer anschließenden Operation wieder entfernten.

## **2.5 Tokographie**

Bei dem technischen Equipment, das in dieser Arbeit zur Aufzeichnung der Pansenmotorik verwendet wurde, handelte es sich ursprünglich um ein Gerät zur Aufzeichnung von Wehen.

### **2.5.1 Geschichtlicher Hintergrund der Tokographie**

Als Tokographie wird die Darstellung des Wehenablaufs bezeichnet. Registriert werden dabei die Tonusänderungen des Uterus. Man unterscheidet eine externe Tokographie mit Ableitung über die mütterliche Bauchdecke und eine interne Tokographie aus dem Uterusinnenraum (Pschyrembel 2001b). Eingesetzt wird die To-

kographie meist als Kardiotokographie. Die Kardiotokographie beinhaltet neben der Aufzeichnung der Wehentätigkeit gleichzeitig die Ableitung und Aufzeichnung der fetalen Herztöne (Pschyrembel 2001a). Die Kardiotokographie ist aus der Geburtshilfe nicht mehr wegzudenken und zwar aufgrund ihrer universellen Einsetzbarkeit und da sie risikolos, günstig und leicht zu erlernen ist (Berg 1976).

Eine fetale Auskultation erfolgte erstmals 1766 durch Wisberg. 1818 wurde das Abhören der fetalen Herztöne mittels Stethoskop von Mayor beschrieben (zit. nach Fischer 1976, Kaschner 2003).

Die ersten intrauterinen Wehendruckkurven veröffentlichte Schatz (1872). Schon sie wiesen eine hohe Präzision und gute Qualität auf. Schatz verwendete einen mit wassergefüllten Gummiballon, den er zwischen kindlichen Kopf und Uteruswand führte. Der eingeführte Ballon war durch einen dünnen wassergefüllten Schlauch mit einem Quecksilbermanometer und dieser wiederum mit einem Kymographion verbunden. Die interne Wehenmessung wurde zunächst verbessert und ausgebaut, später jedoch wegen der hohen Infektionsgefahr aufgegeben (zit. nach Leuthold 1932, Fischer 1976).

Weiter beschrieb Schäffer (1896) die ersten Versuche einer externen Tokographie mittels einer großen, lufthaltigen Zinkblechpelotte (zit. nach Fischer 1976). Die Zinkblechpelotte setzte er in Höhe des Fundus uteri auf den Bauch. Er zeichnete damit Form und Lageveränderungen des Uterus sowie Atembewegungen auf, die eigentliche Wehentätigkeit wurde damit jedoch nicht erfasst.

Das nächste Verfahren stammte von Rübsamen, der 1920 einen externen Hystero-graphen vorstellte. Hierbei handelte es sich um eine komplizierte Apparatur, die auf das Bett montiert werden musste. Crodel veröffentlichte 1927 sein Verfahren des Tokodynamometers (zit. nach Leuthold 1932).

Wie der Dissertationsschrift von Kaschner (2008) zu entnehmen ist, entwickelte Frey (1933) einen Hysterotonographen und Löwi einen Tokographen; bei diesen Geräten wurden die gesamte Registrierungseinrichtung auf dem Abdomen der Patientin befestigt. Bereits ein Jahr später, 1934, stellte Rech ein störungsunanfälliges elektromechanisches Wehenschreibgerät vor. Bei dem Gerät von Rech wurde der Wehentaster mit einem Gummiband über dem Abdomen befestigt und das Registriergerät getrennt von der Patientin aufgestellt.

Durch den von Hammacher entwickelten Transducer wurde eine externe, simultane phonokardiotokographische Dauerüberwachung der fetalen Herzfrequenz und der

Uterusmotilität möglich. Heute können die Phonokardiotokographie, die Ultrasonokardiotokographie und die abdominale fetale Elektrokardiotokographie zur simultanen Registrierung der fetalen Herzfrequenz und der Uterusmotilität eingesetzt werden (Kaschner 2003).

### **2.5.2 Vierkanaltokograph**

Der Vierkanaltokograph wurde vom Fachbereich Elektrotechnik der Fachhochschule Fulda entwickelt und gebaut. Dabei bestand eine Kooperation mit der Frauenklinik des Klinikums Fulda. Unterstützt wurde das Projekt durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft. Der Tokograph zeichnet den Wehendruck an vier Stellen über dem menschlichen Uterus auf. Damit lieferte er neue Parameter zur Dynamik der uterinen Aktivität. Entwickelt wurde der Vierkanaltokograph mit dem Ziel, die behandelnden Ärzte bei der Abschätzung des Risikos für das Eintreten einer vorzeitigen Geburt zu unterstützen (Spätling et al. 1997).

Der Vierkanaltokograph verfügt über einen modularen Aufbau. Die einzelnen Module sind über einen Kommunikationsring miteinander verbunden (asynchrone Schnittstelle, Datenrate 9600 Baud, anwendungsspezifisches Protokoll). Jedes Modul kann über einen PC angesteuert und getestet werden. Das Modul „Steuerung, Ein- und Ausgabe“ ist als Mikrocontroller-Verbund aus 6 Prozessoren vom Typ 68 HC11 (Motorola) aufgebaut. Ein Master-Mikrocontroller steuert den Vierkanaltokographen und die Ringkommunikation. Das Zentrum des Moduls „Signalverarbeitung“ bildet ein digitaler Signalprozessor TMS 320C54 (Texas Instruments). Die Signale werden in Echtzeit verarbeitet und können schon während der Messung angezeigt werden. Das Modul „Signalerfassung“ stellt die Verbindung zu den Signalaufnehmern her. Ein Analog-Digital-Umsetzer sorgt für die Digitalisierung der gemessenen Druckschwankungen. Er liefert zunächst vier Signale, die auch als Tokogramme am Drucker graphisch dargestellt werden können.

Mit Hilfe eines Programms können einige Vierkanalparameter ermittelt werden: Gesamtdauer der Messung, Anzahl der Wehenkomplexe in der gesamten Messung, Verteilung der Wehenformen, Ableitungsstelle mit der höchsten Amplitudensumme. Das Projekt Vierkanaltokograph wurde 2000 auf der CeBit vorgestellt. Danach wurde es nicht weiter verfolgt (Werner et al. 2000).

## 2.6 Akupunktur

### 2.6.1 Grundlagen der Veterinärakupunktur

Die zentrale Rolle in der Theorie der Akupunktur nimmt der Begriff „Qi“ ein. Das chinesische Schriftzeichen für „Qi“ setzt sich aus den Zeichen „Dampf“ und „ungekochtem Reis“ zusammen (Buck et al. 1997). „Qi“ symbolisiert somit, dass es sowohl materiell als auch feinstofflich sein kann (Weiß 2009a). „Qi“ stellt im östlichen Akupunkturkonzept die „Lebenskraft“ dar. Es aktiviert und unterhält alle Lebensprozesse. „Qi“ steht für Funktion, Prozess und Veränderung (Limehouse u. Taylor-Limehouse 2009). „Qi“ ist wandelbar und wechselt seine Kondensation, es kann sich zu Materie verdichten und auflösen zu Immateriellem, somit geht in dieser Theorie „Qi“ nie verloren (Weiß 2009a).

In der Lehre der Traditionellen Chinesischen Medizin gibt es neben dem „Qi“ noch weitere vitale Substanzen:

Die Körperflüssigkeiten werden als „Jin Ye“ bezeichnet. „Jin“ stellt die dünnflüssigen klaren Anteile dar, wie Tränen, Speichel und Schweiß. Unter dem Begriff „Ye“ werden die dickflüssigen, trüben Anteile wie Pankreassekret und Liquor zusammengefasst (Buck et al. 1997). Der Begriff „Blut-Xue“ ist abzugrenzen von dem medizinischen Begriff Blut, den wir kennen. Es ernährt den Verstand und befeuchtet die Gewebe des Körpers. Ähnlich wie Blut den Sauerstoff, Hormone und Nährstoffe entlang der Gefäße verteilt, wird durch das „Blut-Xue“ „Qi“ im Körper verbreitet (Goldstein 2008). „Jing-Essenz“ ist die Grundlage der Reproduktion. Sie wird über Generationsfolgen weitergegeben. Das „Jing“ ist verantwortlich für die Tendenz zu Gesundheit oder chronischer Krankheit eines Individuums. „Jing-Essenz“ kann mit dem westlichen Begriff „genetisches Potential“ verglichen werden (Buck et al. 1997, Goldstein 2008). Die stärkste immaterielle, reinste und leichteste Form stellt der „Geist-Shen“ dar. Zusammenfassend sind die vitalen Substanzen als unterschiedliche Aggregatzustände von „Qi“ zu verstehen (Clauß-Arndt 2009).

Eine weitere Theorie der Traditionellen Chinesischen Medizin entspringt der taoistischen Naturphilosophie. In dieser Theorie lassen sich alle Dinge in zwei Polaritäten teilen. Die beiden Komponenten werden als „Yin“ und „Yang“ bezeichnet. Sie definieren sich durch ihre Gegensätzlichkeit. „Yin“ wird zum Beispiel unter dem Aspekt Bergschattenseite, Feuchtigkeit und Ruhe gesehen. „Yang“ hingegen bedeutet Berg-

sonnenseite, Trockenheit und Bewegung. Die beiden Komponenten verbrauchen sich gegenseitig, können ineinander umgewandelt werden und treten niemals getrennt voneinander auf. In der Traditionellen Chinesischen Medizin geht es letztendlich um die Beziehung zwischen „Yin“ und „Yang“ und Störungen in dieser Beziehung (Buck et al. 1997).

In der TCM unterscheidet man sechs Organpaare. In jedem Paar stellt ein Organ den Yin-Aspekt dar und wird als Zang-Organ bezeichnet. Das andere Organ nimmt den Yang-Aspekt ein und wird zu den Fu-Organen gezählt. Die sechs Organpaare lauten:

Yin-Organe	Yang-Organe
Lunge	Dickdarm
Milz/Pankreas	Magen
Herz	Dünndarm
Niere	Harnblase
Perikard	Dreifacher Erwärmer
Leber	Gallenblase

Die Funktion der Organe in der „chinesischen Lehre“ entspricht nicht der Funktion der Organe, wie wir sie kennen (Goldstein 2008). Jedem der oben erwähnten zwölf Zang-Fu-Organen wird ein Hauptmeridian zugeordnet (Limehouse u. Taylor-Limehouse 2009). Die Meridiane stellen ein Netzsystem von Leitbahnen dar, in denen sich „Qi“, „Blut-Xue“ und Körperflüssigkeiten bewegen und so „Qi“ im Körper verteilt wird (Buck et al. 1997). Das Meridiansystem umfasst neben den zwölf Hauptmeridianen acht außerordentliche Gefäße. Zu den 14 Leitbahnen werden jedoch nur die zwölf Hauptmeridiane sowie die Meridiane, Du Mai als Lenkergefäß und Ren Mai als Konzeptionsgefäß bezeichnet, gezählt (Limehouse u. Taylor-Limehouse 2009).

## 2.6.2 Akupunkturpunkte

Akupunkturpunkte werden als „Shu Xue“ bezeichnet. „Shu“ bedeutet Durchgang oder Kommunikation und „Xue“ steht für Loch oder Ausgang. Traditionell gesehen ist ein Akupunkturpunkt „ein Loch, das mit Organen kommuniziert“ (Hwang u. Egerbacher 2009).

Ein Phänomen der Akupunktur soll darin bestehen, dass ein an der Körperoberfläche gesetzter Reiz einen Effekt im Körperinneren auslöst (Gasse 2009). Nach der Traditionellen Chinesischen Medizin kann durch die Behandlung der Akupunkturpunkte das kommunizierende Organ über den Meridian erreicht werden. In dieser Theorie spiegeln Akupunkturpunkte den Zustand der dazugehörigen Zang- oder Fu-Organ wieder. Die Traditionelle Klassifikation kennt neun Hauptkategorien von Akupunkturpunkten: Shu-Punkte, Yuan-Quell-Punkte, Luo-Passage-Punkte, Xi-Grenz-Punkte, Meister-Punkte, Jiaohui-Punkte, Zustimmungs-Shu-Punkte, Alarm-Mu-Punkte. Bei dieser Einteilung werden die Lage der Punkte und die Korrespondenz mit anderen Meridianen sowie der Einsatz in Diagnostik und Therapie berücksichtigt (Hwang u. Egerbacher 2009).

In der Schulmedizin ist der Transport von Informationen im Körper an bestimmte Transportwege gebunden, wie Nerven, Blut- oder Lymphgefäße. Nach Gasse (2009) werden durch den anatomischen Nachweis dieser Strukturen Zusammenhänge zwischen den in der Akupunktur verwendeten Hautarealen und Organen erklärbar. Gunn et al. (1976 u.1977) untersuchten 70 häufig verwendete Akupunkturpunkte und teilten diese Punkte in vier Kategorien ein: An Typ-I-Akupunkturpunkten tritt der Nerv in den Zielmuskel ein, diese Punkte werden auch als Motorpunkte bezeichnet. Bei Akupunkturpunkten vom Typ-II überlappen sich bilaterale oberflächliche Nerven. Typ-III-Akupunkturpunkte liegen über oberflächlichen Nerven oder Plexus. Die erst später definierten Typ-IV-Punkte liegen an Verbindungsstellen von Muskeln und Sehnen. Dung (1984a/b, 1985a/b/c/d) beschäftigte sich in sechs Veröffentlichungen mit der anatomischen Struktur verschiedener Akupunkturpunkte. Er untersuchte die Punkte des Plexus cervicalis, brachialis und lumbo-sacralis sowie die Akupunkturpunkte des Nervus trigeminus und der Spinalnerven. Er fand Akupunkturpunkte im Verlauf und auf oberflächlichen Ästen wichtiger peripherer Nerven, an Stellen, an denen Hautnerven durch die tiefe Körperfazie treten sowie am Kopf an Austrittsstellen der Nerven aus den knöchernen Foramina und außerdem dem Typ-I nach Gunn ähnliche Akupunkturpunkte über Motorpunkten und auf Begleitgefäßen von Motorpunkten (Hwang u. Egerbacher 2009).

Von Egerbacher (1991) wurden 27 ausgewählte Akupunkturpunkte des Blasenmeridians und fünf Punkte des Gallenblasenmeridians beim Rind anatomisch und histologisch untersucht. Die Akupunkturpunkte wurden mittels Widerstandsmessung am lebenden Tier aufgesucht, markiert und nach der Tötung der Tiere makroskopisch

dargestellt. 19 Punkte des Blasenmeridians und alle fünf ausgewählten Punkte des Gallenblasenmeridians stellten Durchtritte von Gefäß-Nervenbündeln durch die Fascia thoracolumbalis dar. Die übrigen acht Punkte des Blasenmeridians erwiesen sich als Eintrittsstellen von Nerven-Gefäßbündeln.

Jeder Akupunkturpunkt besitzt eine ursprüngliche chinesische Bezeichnung. Zur Vereinfachung wurde ein Nummerierungssystem eingeführt. In dem weltweit anerkannten System besteht jede Bezeichnung für einen Akupunkturpunkt aus dem Kürzel des jeweiligen Meridians und einer arabischen Zahl (Hwang, Egerbacher 2009).

### **2.6.3 Diagnostik und Behandlung in der TCM**

In der Traditionellen Chinesischen Medizin gibt es verschiedene Methoden der Diagnostik und Behandlung:

Die *Theorie der fünf Wandlungsphasen* basiert auf den fünf grundlegenden Elementen: Holz, Feuer, Erde, Metall und Wasser (Limehouse u. Taylor-Limehouse 2009).

Diese Theorie wurde zur Zeit des Konfuzius entwickelt. Wie in dem System von „Yin“ und „Yang“ werden den fünf Wandlungsphasen Phänomene aus Natur, Medizin und Gesellschaft zugeordnet (Weiß 2009b).

Eine weitere wichtige Methode in der Diagnostik und Behandlung sind die äußeren pathogenen Faktoren. In dieser *Theorie* können die *sechs äußeren pathogenen Faktoren* den Körper angreifen, sobald er sich im Zustand der Disharmonie befindet. Zu den Faktoren zählen Wind, Kälte, Sommerhitze, Feuchtigkeit, Trockenheit und Hitze. Die Behandlungen sind jeweils darauf ausgerichtet, das vorliegende Ungleichgewicht zu korrigieren und das „Abwehr-Qi“ zu stärken (Limehouse u. Taylor-Limehouse 2009).

In der modernen chinesischen Akupunktur wird verstärkt auch die *Theorie der acht diagnostischen Leitkriterien* angewandt. Die Grundlage bilden „Yin“ und „Yang“; sie sind wichtig für die Balance des Individuums. Ein weiteres Gegensatzpaar, „Innen“ und „Außen“, beschreibt die Lokalisation der pathogenen Faktoren. „Leere“ und „Fülle“ stehen für die Quantität; „Kälte“ und „Hitze“ hingegen für die Qualität der Erkrankung. Meist werden in der Diagnostik alle Prinzipien betrachtet und ergeben so ein spezifisches Bild des vorliegenden Zustandes (Weiß 2009b, Limehouse u. Taylor-Limehouse 2009).

#### **2.6.4 Die Labmagenverlagerung in der TCM**

Kühe werden meist der Wandlungsphase Erde zugerechnet. Zu dieser Wandlungsphase zählen die Funktionskreise Magen und Milz. Dem Funktionskreis Milz werden in der Traditionellen Chinesischen Medizin die Aufgaben der Umwandlung und des Transportes von Nahrung und Flüssigkeiten zugeschrieben. Vor allem die Verdauungsorgane sind stark durch den Funktionskreis Milz geprägt. Die transformierte Nahrung liefert Energie um leistungsfähig zu sein und Reserven für die Bauenergie (Weiß 2009d).

Durch hohe Leistungsanforderungen oder fehlende Bauenergie kann es zu einem „Milz-Qi-Mangel“ kommen. Bei Milchkühen liegt meist ein permanenter „Milz-Qi-Mangel“ vor. Eine Aufgabe des Funktionskreises ist es, die Organe an ihrem Platz zu halten. Falls nun durch weitere pathogene Faktoren ein „Milz-Qi-Stau“ entsteht, kommt es zu einer lokalen Fülle Symptomatik. Dadurch können Labmagenverlagerungen oder Darmverschlingungen entstehen. Nach chirurgischer Korrektur kann versucht werden, die geschwächten Funktionskreise Magen und Milz zu stärken (Weiß 2011).

#### **2.6.5 Akupunkturtechnik**

Man unterscheidet verschiedene Basistechniken der Akupunktur. Die wohl bekannteste ist die Akupunktur mit der Nadel, im Englischen auch als Dry Needling bezeichnet. Neben der Auswahl des Nadelmaterials und der Nadelgröße sind ebenso der Nadeleinstich und die Stimulationstechnik von Bedeutung. Vor Behandlungsbeginn sind eine Diagnosestellung sowie eine gründliche Ausbildung des Behandelten zu empfehlen (Altman 2009). Meist werden filiforme Nadeln verwendet. Die Größe der Nadeln variiert je nach Tierart und Punktlokalisation (Weiß 2009c).

Als weitere Techniken werden die Akupressur und die Moxibustion eingesetzt. Außer mit Nadeln können die Akupunkturpunkte auch mittels Elektroakupunktur, Magnetakupunktur, Sonopunktur und Lasertherapie stimuliert werden. Bei der Aquapunktur werden kleine Mengen Flüssigkeit in Akupunkturpunkte injiziert, wohingegen bei der Hämoakupunktur dem Körper Blut über bestimmte Punkte entzogen wird. Ebenso kommt es in der Traditionellen Chinesischen Medizin zur Anwendung der Implantation und der Ohrakupunktur (Goldstein 2008, Altman 2009).



## 2.6.6 Überblick über bisherige Studien zu Akupunkturbehandlungen

Bis heute wurden schon einige Studien über die Beeinflussung der gastrointestinalen Motilität mittels Akupunkturbehandlung durchgeführt. Zu Beginn soll ein kurzer Überblick über bisherige Studien bei Mensch und Hund gegeben werden:

Chang et al. (2002) stimulierten mittels Elektroakupunktur und kutaner elektrischer Stimulation den Punkt Zusanli, Ma-36 (Magen), bei 15 gesunden Männern. Als Kontrolle wurde eine Placebostimulation (ohne Strom) an einem Nicht-Akupunkturpunkt durchgeführt. Die Baselinedaten aller drei Versuchsreihen waren vergleichbar. Während der Elektroakupunktur und der kutanen elektrischen Stimulation des Akupunkturpunktes kam es zu einer signifikanten Steigerung der mittels Elektrogastrographie gemessenen normalen Aktivität. In der Elektroakupunkturgruppe kam ebenso zu einer signifikanten Abnahme der abnormal zu schnellen und zu langsamen Motorik, in der Gruppe der kutanen elektrischen Stimulation war nur ein signifikanter Abfall der abnormal zu schnellen Motorik zu verzeichnen. In der 30minütigen Phase nach der Akupunktur war kein signifikanter Unterschied detektierbar. Eine ähnliche Studie wurde zuvor an 15 Probanden, die an Diabetes Typ II und Symptome einer Verdauungsstörung litten, nur baseline-kontrolliert (d.h. ohne Kontrollgruppe) durchgeführt. Hier konnte der oben beschriebene Effekt auch in der Messphase nach der Elektroakupunktur aufgezeichnet werden (Chang et al. 2001).

Ebenfalls mittels Elektroakupunktur wurden in einer Studie von Shiotani et al. (2004) die Punkte Pe-6 (Perikard) und Ma-36 bei acht gesunden menschlichen Probanden akupunktiert. In dieser Studie ergab sich eine unterschiedliche Wirkung nach einzelner und gemeinsamer Stimulation dieser beiden Punkte. Während die mittels Elektrogastrographie gemessene „period dominant power“ durch Akupunktur des Punktes Pe-6 abnahm, war durch Stimulation des Punktes Ma-36 eine Steigerung zu verzeichnen. Bei zeitgleicher Stimulation beider Punkte wurde keine Veränderung der „slow waves“, allerdings eine Abnahme der „period dominant frequency“ registriert. Eine Kontrolle erfolgte durch Elektroakupunktur von Nicht-Akupunkturpunkten (sham points) an der Schulter nach der keine signifikanten Unterschiede nachgewiesen werden konnten.

Von Meng et al. (2010) konnte gezeigt werden, dass eine Elektroakupunktur der Punkte MP-6 (Milz/Pankreas) und Gb-34 (Gallenblase) bei Krebspatienten keinen Einfluss auf die Vermeidung eines verlängerten postoperativen Ileus hat. Die 85 Patienten wurden postoperativ randomisiert, erhielten Standardtherapie und in der In-

tention-to-tread-Gruppe über maximal sieben Tage täglich eine Akupunkturbehandlung. Es konnten weder Unterschiede in der Zeit bis zum ersten Flatus, zur ersten Darmbewegung noch in der Lebensqualität festgestellt werden.

In einer Studie von Kim et al. (2000) an neun Hunden wurde die Stimulation der Magenmotilität durch eine Akupunkturbehandlung ohne Kontrollgruppe untersucht. Die Motilität des Magens wurde mittels zweier in die Magenmucosa implantierter Elektroden gemessen und mittels Elektrogastromyogrammen aufgezeichnet. Den Versuchstieren wurden verschiedene Präanästhetika verabreicht und 30 Minuten später der Akupunkturpunkt Wie-Yu, BI-21(Blase), gestochen. In dieser Studie konnte die verminderte Magenmotilität durch Akupunktur nach Gabe von Xylazin nicht beeinflusst werden, jedoch die herabgesetzte Aktivität nach Diazepam-Gabe verbessert werden.

Zur Stimulation der Motorik des Gastrointestinaltraktes wird häufig der Punkt Zusanli, Ma-36, verwendet. Choi et al. (2001) ermittelten mittels Ultraschall an 15 Hunden eine Steigerung der Motorik des Duodenums während der Elektroakupunktur der Akupunkturpunkte Ma-36 und BI-27. Nach Beendigung der Stimulation nahm die Frequenz der Dünndarmmotorik wieder ab und sank sogar unter den Anfangswert. In der Studie gab es keine Kontrollgruppe.

In einer Studie von Kim et al. (2006) konnte bei Stimulation einiger Punkte des Dickdarmmeridian sowie Ma-25 und BI-25 an fünf gesunden Hunden keine Steigerung der elektromyographischen Aktivität eines proximalen Colon Abschnittes, in den während einer vorherigen Operation Elektroden eingesetzt wurden, festgestellt werden.

Der Verdauungstrakt spielt beim Wiederkäuer eine zentrale Rolle. Der Großteil der Akupunkturstudien über das Verdauungssystem der Wiederkäuer bediente sich der Elektroakupunktur. Die beschriebenen Veränderungen der ruminalen und der abomasalen Motilität nach dieser Art der Stimulation sind möglicherweise auf das parasympatische Nervensystem zurückzuführen (Wynn et al. 2009).

In einer Studie mit 14 gesunden koreanischen Zwergziegen wurden die Veränderungen der Pansen- und Labmagenmotorik durch Elektroakupunktur untersucht. Die Tiere wurden auf drei Gruppen randomisiert. Allen Tieren wurden in einer Operation jeweils zwei Elektroden in die Pansen- und Labmagenwand eingesetzt. Nach Elektroakupunktur der Punkte LG-5 (Lenkergesäß) und LG-20 konnte eine geringgradig erhöhte Kontraktionsrate und eine signifikant erhöhte Kontraktionsamplitude der

Pansenkontraktionen mittel Elektromyographie verzeichnet werden. 30 Minuten nach Abschluss der Stimulation zeigten sich erneut Werte wie vor der Akupunktur. Die Zahl der Spikes am Labmagen konnten nicht beeinflusst werden. Bei Ziegen mit mittels Ca-EDTA (Ethylene Diamine Tetraacetic Acid) induzierter Hypokalzämie konnte keine Veränderung der Motilität erzielt werden. In der Kontrollgruppe wurden ebenfalls keine Veränderungen aufgezeichnet (Nam et al. 1987).

In dem Buch von Schoen (2009) „Akupunktur in der Tiermedizin“ werden einige koreanische Studien über Akupunkturbehandlungen bei Wiederkäuern erwähnt. Da diese Studien nicht als Originalarbeiten zur Verfügung standen, können daher leider nur unvollständige Zusammenfassungen dieser Studien gegeben werden.

Eine Studie wird erwähnt, in der mittels Elektroakupunktur die Pansenmotorik verbessert wurde durch Akupunktur der Punkte LG-5, LG-20, BI-44 und BI-26 (Nam et al. 1992). In einer anderen Studie kamen die Akupunkturpunkte BI-26, BI-25, BI-21, BI-44 und BI-20 zur Anwendung (Nam et al. 1997). Die Stimulation von BI-18 soll eine besonders starke Wirkung gezeigt haben (Nam 1997). In einer weiteren Studie wurden die Punkte BI-18, BI-21 und LG-1 jeweils einzeln akupunktiert. Im Gegensatz zu diesen Punkten wurde in derselben Studie bei der Akupunktur von BI-25 keine signifikante Veränderung verzeichnet (Lee et al. 1998).

In einer koreanischen Studie wurde die Behandlung von rechts- und von linksseitigen Labmagenverlagerungen mittels Elektroakupunktur und Moxibustion untersucht. In diese Studie wurden zwölf Holstein-Kühe eingeschlossen. Bei drei Tieren wurde eine rechtsseitige bei neun Tieren eine linksseitige Labmagenverlagerung diagnostiziert. Die Hälfte der Tiere wurde mittels Elektroakupunktur bilateral an drei traditionellen Akupunkturpunkten an der seitlichen Bauchwand behandelt. Die Stimulation erfolgte jeweils für 20 Minuten und wurde an drei aufeinander folgenden Tagen wiederholt. Die sechs Tiere in der Moxibustionsgruppe wurde an denselben Punkten mittels Moxapad stimuliert. Es wurde ebenfalls für drei Tage angewendet und in diesem Zeitraum alle zwölf Stunden gewechselt. Laut der Autoren erholten sich zehn der behandelten Tiere innerhalb der drei Tage von der Labmagenverlagerung und dies ohne sonstige Maßnahmen zur Beseitigung der Verlagerung. Bei jeweils einem Tier aus jeder Gruppe musste die linksseitige Labmagenverlagerung operativ korrigiert werden. Die Studie wurde ohne Kontrollgruppe durchgeführt. Die Methode der Diagnostik der Labmagenverlagerung wird nicht erwähnt (Jang et al. 2003).

Um die Wirksamkeit der Moxibustion nach der Korrektur einer Labmagenverlagerung durch die Wälzmethode zu untersuchen, wurden 86 Holstein-Kühe in eine Studie eingeschlossen. Bei allen Tieren wurde mittels Auskultation eine Labmagenverlagerung diagnostiziert, davon bei 14 Tieren eine Verlagerung nach rechts. Bevor die Verlagerung durch Wälzen behoben wurde, ließ man die Tiere für drei bis sechs Stunden fasten, verabreichte ihnen 0,1 mg/kg KM Xylazin und führte zehn Minuten später die Wälzmethode durch. Anschließend wurden die Punkte BI-20, BI-21 und BI-26 bilateral 1g schwerer Moxakegel stimuliert. Die Behandlung dauerte fünf bis sieben Minuten und wurde während einer Woche täglich wiederholt. In dieser Woche konnte bei 93,1 % der Tiere mit linksseitiger und bei 85,7% der Rinder mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung keine Hinweise auf ein Rezidiv festgestellt werden. Eine Kontrollgruppe gab es nicht (Lee et al. 2007).

In der kontrollierten klinischen Studie von Freudenberg (2010) wurden 60 Deutsche Holstein-Kühe mit linksseitiger Labmagenverlagerung nach der Hannoverschen Methode operiert. Die Tiere wurden auf eine Kontroll- und auf eine Versuchsgruppe randomisiert. In der Versuchsgruppe fand am Tag 1 und am Tag 4 nach der Operation eine Akupunkturbehandlung der Punkte Pi Shu, Shi Zang, Du Jiao, Magen 36 und Milz/Pankreas 6 statt. Die Nadeln wurden für jeweils 20 Minuten belassen. In einem Zeitraum von sieben Tagen nach der Operation wurde die Entwicklung der Serumgehalte an  $\beta$ -Hydroxybutyrat, NEFA, Chlorid, ionisiertem Calcium, anorganischem Phosphor, GLDH (Glutamat-Dehydrogenase), Glukose und Gesamt-Bilirubin gemessen. Außerdem wurden die Milchleistung, Futteraufnahme, Baudeckenspannung, Kotmenge, Kotkonsistenz, Ketonkörper im Harn, Hämatokrit, Gesamtleukozytenzahl und der Base Excess bestimmt. Bezüglich dieser Parameter fanden sich keine signifikanten Gruppenunterschiede. Als weiteres Nebenzielkriterium wurde die Pansenmotorik mittels Auskultation täglich sowie an den Behandlungstagen 1 und 4 vor und nach der Intervention bestimmt. Die Auskultation erfolgte über 2 min; es wurde die Anzahl der Kontraktionen gezählt sowie die Intensität nach einem Befundsschlüssel geschätzt (Score-Wert 0= keine Pansengeräusche evtl. Knistern, bis Score-Wert 4= sehr laute Pansengeräusche). Beim arithmetischen Mittelwert der Pansenkontraktionsanzahl wurde am Tag 1 ein signifikanter Anstieg von 0,5 zu 0,9 Kontraktionen in zwei Minuten bei der Akupunkturgruppe verzeichnet, auch im Gruppenvergleich ergab sich ein signifikanter Unterschied ( $p=0,0016$ ; Freudenberg 2010).

### **2.6.7 Anmerkungen zu den erwähnten Akupunkturstudien bei Wiederkäuern**

Klinische Studien mit hinreichender wissenschaftlicher Aussagefähigkeit bilden die Grundlage der Evidenz-basierte Medizin. Diese findet in den letzten Jahren immer breitere Anwendung bei der therapeutischen Entscheidungsfindung. Die „Agency of Health Care Policy and Research“ veröffentlichte 1992 ein Klassifikationssystem zur Validierung therapeutischer Studien. Eine hohe Evidenzstufe erreichen ausreichend große, methodisch hochwertige randomisierte kontrollierte klinische Studien. Im Evidenzniveau minderwertiger eingestuft werden hochwertige Studien ohne Randomisierung (AHCPR 1992). Diese Einteilung soll die grundsätzliche Eignung eines Studiendesigns zeigen, Ergebnisse mit möglichst geringer Verzerrung zu erhalten. Im Folgenden wird versucht, die vier Akupunkturstudien zur Verdauung beim Wiederkäuer, zu denen ausführlichere Informationen gefunden werden konnten, nach Maßstäben der Evidenz-basierten Medizin einzustufen.

In der Studie von Nam et al. (1987) wurden 14 Zwergziegen zur Implantation von Elektroden in Labmagen- und Pansenwand eingesetzt. Die Probandenzahl von 14 Tieren erscheint recht niedrig. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass es sich hier um gesunde Tiere handelt und der Versuchsaufbau eher experimenteller als therapeutischer Natur ist. In der Studie erfolgte eine Randomisierung ohne genauere Angaben zum verwendeten Randomisierungsschema, d.h. zufällige Zuteilung zu einer der drei Gruppen. Sie dient dazu, Verzerrungen der Basisdaten zu vermeiden. Eine der drei Gruppen wurde als Kontrollgruppe nicht akupunktiert, so dass diese Arbeit als kontrollierte klinische Studie eingestuft werden kann. Bei den verbleibenden zwei Gruppen wurde jeweils Elektroakupunktur durchgeführt, in einer Gruppe mit induzierter Hypokalzämie. Diese Unterteilung führt zu einer Verringerung der Probandenzahl je Gruppe und somit zu einer Verringerung der Evidenz. Trotzdem ist diese Studie als randomisiert kontrolliert und von hinreichender Evidenz einzustufen. Dies zeigt auch die objektive Methodik zur Erfassung der Motorik, die mittels Elektromyographie durchgeführt wurde. Die während der Akupunktur ermittelten, signifikant erhöhten Kontraktionsamplituden der Pansenkontraktionen können als Wirkung der Akupunktur eingestuft werden.

Im Kontrast dazu steht die Studie von Jang et al. (2003). Eingeschlossen wurden zwölf Kühe mit rechts- oder linksseitiger Labmagenverlagerung. Die Probandenzahl von nur zwölf Tieren ist vor allem im Bezug darauf, dass es sich um natürlich er-

krankte Tiere handelt, als recht kritisch und zu niedrig anzusehen. Weiter ist von einer großen Streuung der Basisdaten bei zwei verschiedenen Verlagerungstypen auszugehen. Auch in dieser Studie werden zwei Gruppen unterschieden, jedoch werden die Tiere beider Gruppen mit verschiedenen Akupunkturtechniken behandelt. Auf eine Kontrollgruppe wird verzichtet. Durch diesen Verzicht sinkt das Evidenzniveau erheblich. Ebenso werden die Methode der Diagnosefindung und der Kontrolle des Therapieerfolges nicht erwähnt. Nach all diesen Faktoren sind die Ergebnisse von Jang et al. (2003) nach Evidenzmedizin-basierten Maßstäben nicht zu berücksichtigen.

In der Studie von Lee et al. (2007) wurde eine erfreulich große Zahl von 86 Kühen mit Labmagenverlagerung aufgenommen. Obwohl hier ebenso links- als auch rechtsseitige Labmagenverlagerungen mit eingeschlossen werden, betrachten die Autoren die beiden Gruppen getrennt. Die Methode ist ausführlich beschrieben, jedoch wird als diagnostisches Kriterium allein die Auskultation angegeben. Unklar bleibt, ob hierbei nur das typische Klingel- und Plätschergeräusch bei der Perkussions- bzw. Schwingauskultation über Hungergrube und rippengestützten Bauchwand gemeint ist oder auch die Doppelauskultation und das Einblasen von Luft in den Pansen bei gleichzeitiger Auskultation. Für eine eindeutige Diagnose wären der Einsatz dieser beschriebenen ausführlichen Auskultation sowie eine eventuelle transkutane Probepunktion und eine Sonographie wünschenswert (Kümper u.

Gründer 1997, Dirksen 2002a/b). Unsicher bleibt, ob bei allen Tieren eindeutig eine Labmagenverlagerung vorlag; dies wertet die Methodik deutlich ab. In diesem Fall wurde die Wälzmethode als Therapie eingesetzt und eine Moxibustionsbehandlung, also eine Erwärmung von Akupunkturpunkten zur Rezidivprophylaxe. Die Wälzmethode ist eine anerkannte konservative Therapie der linksseitigen Labmagenverlagerung. Angaben zur Dauerheilung schwanken zwischen 20 % bis 66 %. Bei zusätzlichem Ausbinden der rechten Hintergliedmaße wurden sogar Heilungsraten von 86 % erzielt (Dirksen 1967, Ames 1987, Tammen et al. 1995). In der Studie von Lee et al. (2007) wurden deutlich höhere Heilungsraten von 93,1% bei Tieren mit linksseitiger Labmagenverlagerung und 85,7 % bei Kühen mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung beschrieben. Doch auch diese Studie wurde ohne Kontrollgruppe konzipiert und entspricht somit nicht den Anforderungen. Es kann daher nur eine geringe Evidenz zugeordnet werden.

In der Studie von Freudenberg (2010) wurden 60 Milchkühe mit linksseitiger Labmagenververlagerung ausgewählt. Die Tiere wurden auf eine Kontroll- und auf eine Versuchsgruppe randomisiert; beide Gruppen wurden nach einem standardisierten Verfahren operiert und behandelt und unterschieden sich nur in der Akupunkturbehandlung. Die Anzahl der eingeschlossenen Tiere ist bei einem Mittelwertvergleich mit großer Standardabweichung und kleinem erwarteten Effekt als niedrig einzustufen und hätte gegebenenfalls höher gewählt werden müssen. Die Parameter wurden mittels validierter Verfahren bestimmt. Die Pansenmotorik, das einzige Kriterium mit Gruppenunterschied, wurde allerdings nur mittels zweiminütiger Auskultation bestimmt. Hierbei handelt es sich um ein vom Untersucher abhängiges, subjektives Verfahren, das jedoch auch so in der klinischen Untersuchung des Rindes routinemäßig eingesetzt wird. Gegebenenfalls wäre eine erweiterte fünfminütige Auskultation oder eine Verblindung des Untersuchers wünschenswert gewesen. Die Arbeit ist als kontrollierte klinische Studie mit hoher Evidenz einzustufen, wobei die Pansenmotorik nur als Nebenzielkriterium aufgeführt wurde und daher bei der Beurteilung der Akupunkturbehandlung nicht berücksichtigt werden darf.

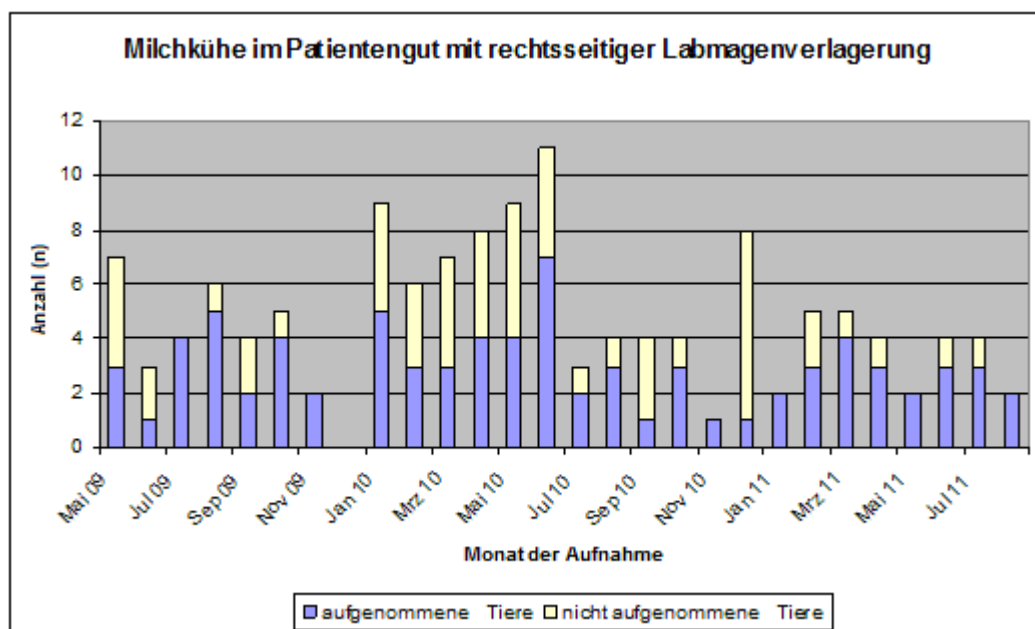
### 3 Material und Methoden

Ziel dieser Studie war die Bewertung der Wirksamkeit der Akupunktur als Methode zur Behandlung der postoperativen Motilitätsstörung des Pansens nach operativer Korrektur einer rechtsseitigen Labmagenverlagerung.

Mittels Ruminographie sollen dabei die Auswirkungen einer Akupunktur der hierfür nach Expertenmeinung und Literaturangaben zufolge bewährter Punkte bei Milchkühen erfasst werden. Ansatzpunkt ist dabei die Motilitätsstörung des Pansens, die durch eine solche „Anregung“ überwunden werden soll.

#### 3.1.1 Anzahl und Auswahl der Probanden

In der Zeit von Mai 2009 bis August 2011 wurden 80 Milchkühe aus dem Patientengut der Klinik für Wiederkäuer und Schweine in diese klinische Studie einbezogen. Es handelt sich hierbei um Patienten, bei denen durch die klinische Untersuchung eine rechtsseitige Labmagenverlagerung diagnostiziert werden konnte, die zur chirurgischen Therapie des dislozierten Labmagens vorgesehen waren und die stationär aufgenommen werden konnten.



**Abb. 10:** Milchkühe mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung im Patientengut der Klinik für Wiederkäuer der JLU Gießen von Mai 2009 bis August 2011. Angegeben ist die Zahl der in diese Studie aufgenommenen Patienten im Vergleich zu der Anzahl an Patienten, die nicht in die Studie aufgenommen werden konnten.



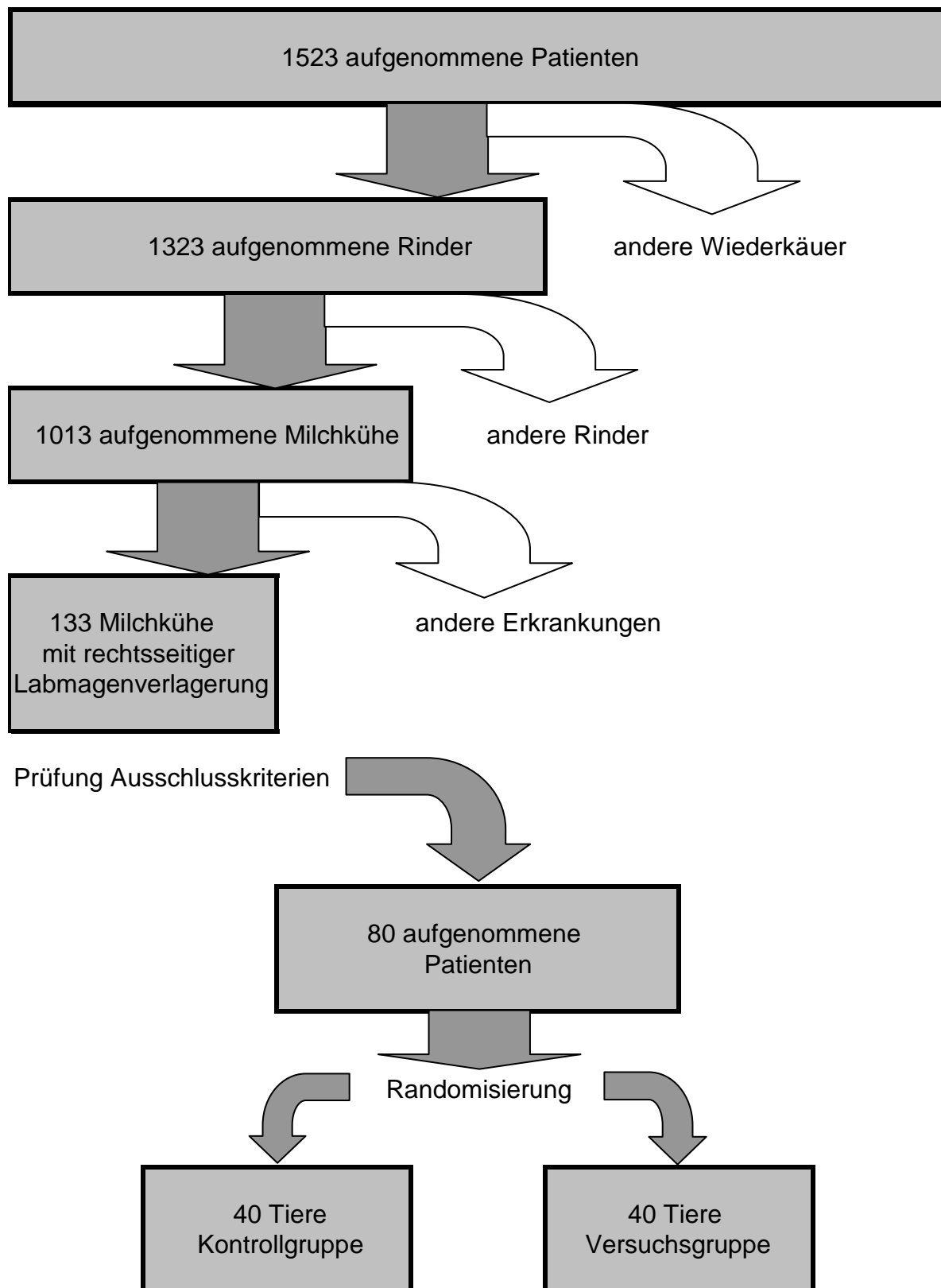


Abb. 11: Patientenaufkommen und Anteil der in die Studie aufgenommenen Probanden der Klinik für Wiederkäuer der JLU Gießen von Mai 2009 bis August 2011

Jeweils 40 der Tiere wurden auf Versuchs- und Kontrollgruppe randomisiert. Die Kühe der Versuchsgruppe wurden entsprechend dem Behandlungsschema (s. Kapitel 3.2.6 Behandlungstechnik) akupunktiert. Die Tiere der Kontrollgruppe erhielten keine Akupunkturbehandlung.

Einschlusskriterium war das Vorliegen einer rechtsseitigen Labmagenverlagerung, unabhängig vom Grad der Verlagerung, einer eventuellen Drehung und der Krankheitsdauer. Ausgeschlossen wurden Tiere mit akuter puerperaler/toxischer Metritis; diese wurde charakterisiert durch einen unzureichend zurückgebildeten Uterus, übel riechenden, rötlich-bräunlichen, wässrigen Ausfluss und Fieber über 39,5 °C (Peticha et al. 2009). Weiter ausgeschlossen wurden Tiere mit hochgradiger Mastitis bei nicht erhaltenem Milchcharakter sowie bei Vorliegen einer mittel- bis hochgradigen Lahmheit. Ebenfalls ausgeschlossen wurden Milchkühe mit nicht erhaltener Stehfähigkeit und mit Operationsbefunden, die eine sofortige Euthanasie zu Folge hatten.

Einbezogen wurden dagegen Tiere mit geringgradiger Lahmheit ( $\leq 2$ . Grades), wenn davon nur eine Gliedmaße betroffen war. Weiterhin wurden die Daten von Probanden mit sekundären Ketosen sowie nicht-fieberhaften Metritiden oder Mastitiden, die keine systemischen Auswirkungen hatten, mit in die Studie aufgenommen.

### **3.1.2 Randomisierungsschema**

Die Patienten wurden mittels des Computerprogramms Rancode® (IDV Datenanalyse und Versuchsplanung, Gauting) auf Versuchs- und Kontrollgruppe randomisiert. Die Zufallsliste wurde bereits vor Beginn der Studie erstellt und war dem Versuchsleiter und den anderen Durchführenden nicht bekannt. Die durch das Computerprogramm ausgedruckten Kärtchen wurden in verschlossenen Umschlägen verwahrt, welche mit der Probandennummer beschriftet waren. Das entsprechende Kuvert wurde erst nach definitivem Einschluss des jeweiligen Probanden (am Morgen des 1. Versuchstages) geöffnet und die Kuh entsprechend behandelt.

## **3.2 Durchführung der Studie**

### **3.2.1 Diagnosestellung**

Bei Einlieferung der Tiere wurde eine klinische Untersuchung entsprechend dem Protokollbogen „Aufnahmeuntersuchung“ durchgeführt. Anhand dieser Befunde wur-

de die Diagnose rechtsseitige Labmagenverlagerung gestellt oder aber ausgeschlossen.

### **3.2.2 Durchführung der Operation**

Die Operation erfolgte am stehenden Tier mit Eröffnung der Bauchhöhle im Bereich der rechten Flanke (Methode nach Dirksen; Dirksen 1967). Dafür wurde die rechte Bauchwand der Kühe zunächst im Bereich vom zehnten Interkostalraum bis zum Hüfthöcker gereinigt, rasiert und die Haut anschließend desinfiziert. Die Anästhesie erfolgte mittels eines umgekehrten L-Blocks, beginnend dorsokaudal der letzten Rippe und ventrolateral der Processi transversi. Hierfür wurde 2%ige Procainhydrochloridlösung ohne Sperrkörper verwendet (Procasel<sup>®</sup>, Firma Selectavet, Weyarn-Holzolling).

Die Inzision erfolgte handbreit kaudal der letzten Rippe und verlief parallel zu dieser. Nach dem Eröffnen des Abdomens wurde eine sterile Gummimanschette nach Götze (Firma Gummi Bertram, Hannover) in die Laparotomiewunde eingesetzt. Nach visueller Betrachtung der Labmagenoberfläche wurde der dislozierte Labmagen daraufhin durch Punktion mit einer mit einem Silikonschlauch versehenen Kanüle entgast. Bei keinem der Tiere war es nötig, flüssigen Labmageninhalt abzuhebern. Die Bauchhöhle wurde exploriert und die Organe palpatorisch untersucht. Anschließend erfolgten die manuelle Reposition des Labmagens sowie die Omentopexie. Das Netz wurde dabei handbreit kaudal des Pylorus unter Verwendung von zwei Perlonscheiben (Firma Heiland Vet GmbH, Hamburg) an der rechten Hungergrube angeheftet, wenig oberhalb der rechten Kniefalte, um einem Rezidiv vorzubeugen. Die innenliegende Perlonscheibe wurde mit einem Faden (Suprylon, 8 metric, Firma Vömel, Kronberg) am großen Netz fixiert und die beiden Fadenenden an der Omentopexiestelle mittels einer manuell geführten Nadel durch die Bauchwand gestochen. Im Bereich der Omentopexiestelle wurde zuvor die Haut mit einem etwa 5 cm langen vertikalen Schnitt durchtrennt, ohne die Faszie zu verletzen. Die beiden Fadenenden wurden am Perlonknopf mittels Umschlingung der äußeren Knopfstege fixiert. Der Verschluss der Haut über der Omentopexiestelle erfolgte mittels eines liegenden U-Hefts (Suprylon, 8 metric, Firma Vömel, Kronberg).

Die Bauchwand wurde in drei Schichten genäht. Als erstes wurden Peritoneum, Faszie und Musculus transversus fortlaufend verschlossen (fortlaufende Matratzennaht, darüber rückläufige Kürschnernaht jeweils mit Suprylon, 6 metric; Firma Vömel,

Kronberg). Die Naht der schrägen Bauchmuskulatur erfolgte fortlaufend mittels Kürschnernaht (Synthesorb, 7 metric; Firma Vömel, Kronberg). Zuletzt wurde die Haut mittels U-Heften adaptiert (Suprylon, 8 metric; Firma Vömel, Kronberg) und die Wunde mit einem aufgeklebten Gazestreifen abgedeckt.

Nach der Operation wurde das Tier zurück in den Stall an seinen Standplatz gebracht, an dem die Akupunktur und die weiteren Messungen durchgeführt wurden. Um ein Ausgrätschen in der postoperativen Phase zu verhindern, wurde den Tieren ein Vergrüttungsgeschirr angelegt; dies trugen sie bis zum Abschluss der Studie.

### **3.2.3 Laboruntersuchungen**

Den Probanden wurde vor Operationsbeginn eine Venenverweilkanüle (Braunüle MT<sup>®</sup>, Größe 4/G12, Stichlänge 8 cm; Firma Braun Melsungen AG) nach Rasur und Desinfektion der entsprechenden Hautstelle in die Jugularvene eingelegt. Diese wurde mittels eines Fadens (Suprylon, 4 metric; Firma Vömel, Kronberg) an der Haut fixiert. Über diese Kanüle wurden bis zum vierten Studientag sämtliche Blutproben entnommen; anschließend wurde die Kanüle entfernt. Am Einlieferungstag (Tag 0) wurden in den vor Beginn der Behandlung entnommenen Blutproben folgende Parameter bestimmt:

- Natrium, Kalium, ionisiertes Calcium, pH-Wert, Base Excess, Bikarbonat (Heparin-Vollblut; automatisches Blutgas-Elektrolyt-Hkt-System Rapidlab<sup>™</sup> 348, Firma Bayer-Diagnostics)
- $\beta$ -Hydroxybutyrat (Plasma; kinetische enzymatische UV-Methode zur qualitativen In-vitro- Bestimmung von D-3-Hydroxybutyrat, Ranbut D-3-Hydroxybutyrate der Firma Randox Laboratories Ltd., Ardmore, UK; Messung bei 37° C und Hg 365 nm am Photometer „PCP 6121“ der Firma Eppendorf, Hamburg)
- Chlorid (Plasma; Chlorid-Analyser 925, Firma Corning)
- Harnstoff (Plasma; Reflovet<sup>®</sup> Plus, Firma Roche)

- Gesamtbilirubin  
(Plasma; Reflovet<sup>®</sup> Plus, Firma Roche)

Die Entnahmen erfolgen am Einlieferungstag (Tag 0) vor Beginn der Behandlung sowie an den Tagen 1 und 3 jeweils um 8:00 Uhr und um 11:00 Uhr und an den Tagen 2 und 4 um 8:00 Uhr. Bei diesen Verlaufsuntersuchungen wurden folgende Parameter bestimmt:

- Base Excess  
(Heparin-Vollblut; automatisches Blutgas-Elektrolyt-Hkt-System Rapidlab<sup>™</sup> 348, Firma Bayer-Diagnostics)
- $\beta$ -Hydroxybutyrat  
(Plasma; kinetische enzymatische UV-Methode zur qualitativen In- vitro- Bestimmung von D-3-Hydroxybutyrat, Ranbut D-3-Hydroxybutyrate der Firma Randox Laboratories Ltd., Ardmore, UK; Messung bei 37° C und Hg 365 nm am Photometer „PCP 6121“ der Firma Eppendorf, Hamburg)

### 3.2.4 Klinische Untersuchungen

Während der Studie wurden die Tiere täglich morgens zwischen 8 und 9 Uhr von Mitarbeitern der Klinik klinisch untersucht. Die Befunde wurden im Protokoll „Verlaufsuntersuchung“ dokumentiert. Zusätzlich wurde die tägliche Milchleistung erfasst. Das Melken erfolgte 2mal täglich und zwar zwischen 7 und 8 Uhr und zwischen 14 und 15 Uhr, mittels einer Rohrmelkanlage („Stimopuls C3- Quadrofix“, Firma Westfalia Landtechnik, Oelde) am Standplatz der Tiere durch Tierpfleger der Klinik. Die Milchmenge wurde dabei mittels automatischer Milchmengenmessung bestimmt („tru flow“, Tru-Trest<sup>®</sup>, Auckland, New Zealand).

### 3.2.5 Ruminographische Messungen

Die ruminographischen Messungen erfolgten mittels eines Ruminographen, entwickelt und gebaut durch die Fachhochschule Fulda, Bereich Elektrotechnik (Abbildung 12). Der modulare Aufbau des ursprünglichen Vierkanaltokographen wurde übernommen. Die einzelnen Module sind über einen Kommunikationsring miteinander verbunden (asynchrone Schnittstelle, Datenrate 9600 Baud, anwendungsspezifisches Protokoll). Das Modul „Steuerung, Ein- und Ausgabe“ ist als Mikrocontroller-Verbund aus sechs Prozessoren vom Typ 68 HC11 (Firma Motorola) aufgebaut. Ein

Master-Mikrocontroller steuert den Ruminographen und die Ringkommunikation. Das Zentrum des Moduls „Signalverarbeitung“ bildet ein digitaler Signalprozessor TMS 320C54 (Firma Texas Instruments). Die Signale werden in Echtzeit verarbeitet.

Das Modul „Signalerfassung“ besitzt die Aufgabe, die analogen Signale der Drucksensoren in digitale Signale umzusetzen und weiter zu senden. Es enthält einen 14 Bit Analog/Digital-Umsetzer, einen Operationsverstärker und einen Mikrocontroller des Typs 68HC11 der Firma Motorola (Werner et al. 2000).

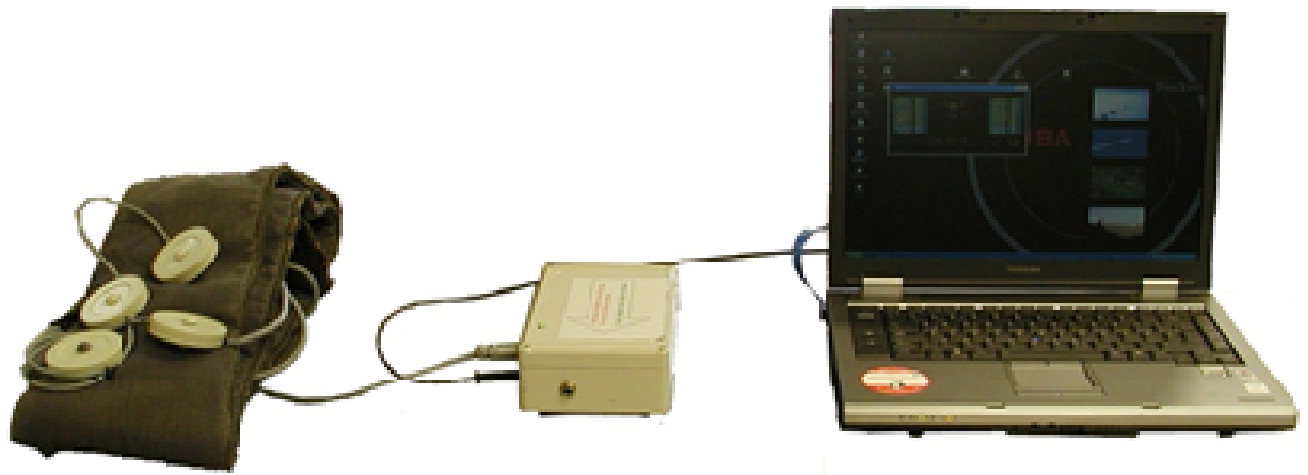
Die aufgezeichneten Daten werden mittels Bluetooth an die serielle Schnittstelle eines angeschlossenen Computers gesendet. Mit dieser kabellosen Lösung ist eine freie Beweglichkeit der Probanden während der Messung gewährleistet.

Die vier Drucksensoren sind an einem Gurt befestigt. Die weiteren Module befinden sich in einer kleinen Tasche daran. Der Gurt wurde um das Abdomen der Kuh gelegt, so dass die Drucksensoren im Bereich der linken Hungergrube anlagen. Die Drucksensoren werden als Kanal 1-4 bezeichnet. Der Sensor 1 kam etwa zwei Handbreiten distal der Querfortsätze der Lendenwirbel und handbreit kaudal der letzten Rippe zu liegen, der Sensor 2 ca. 5 cm weiter distal. Zwischen beide Signalaufzeichner und den Gurt wurde ein 3 cm starkes Schaumstoffpolster geschoben, so dass die Sensoren fest auf der Bauchdecke auflagen. Die beiden anderen Sensoren kamen weiter distal im Verlauf des Gurtes zu liegen. Der Sensor 3 mit einem Abstand von etwa 10 cm und 4 mit etwa 20 cm Abstand zu dem Sensor 1. Die Lage der Sensoren sowie der Sitz des Gurtes wurden vor der ersten Messung mit Viehzeichenstift markiert, so dass die Position bei weiteren Messungen wiederhergestellt werden konnte (Abbildung 13).

Die Messungen erfolgten am Standplatz der Tiere jeweils für 30 Minuten. Die Messungen begannen an den Tagen 1, d.h. am Tag nach der Operation und 3 jeweils um 9:30 Uhr und 10:30 Uhr. An den Tagen 2 und 4 erfolgten keine Messungen.

Die Auswertung der Datensätze, die als Ruminogramme bezeichnet werden, erfolgte mit Hilfe eines Softwareprogramms. Dieses Programm wurde in Zusammenarbeit mit der Hochschule Fulda, Bereich Elektrotechnik, speziell für die Auswertung dieser Studiendaten erstellt. Es basiert auf dem Programm MATLAB® (Math Works) und trägt den Namen „ruminow“. Für die Softwarebeschreibung wurde ein Projektbericht erstellt mit dem Titel „Signalverarbeitung für die Ruminographie“ (Werner 2012).

Nachfolgend ein kurzer Überblick über die Datenanalyse. Die folgenden Abbildungen wurden mittels des Programms „ruminow“ erstellt.



**Abb. 12: Ruminograph mit daran angeschlossenen Computer**



**Abb. 13: Am Tier angelegter Ruminograph**

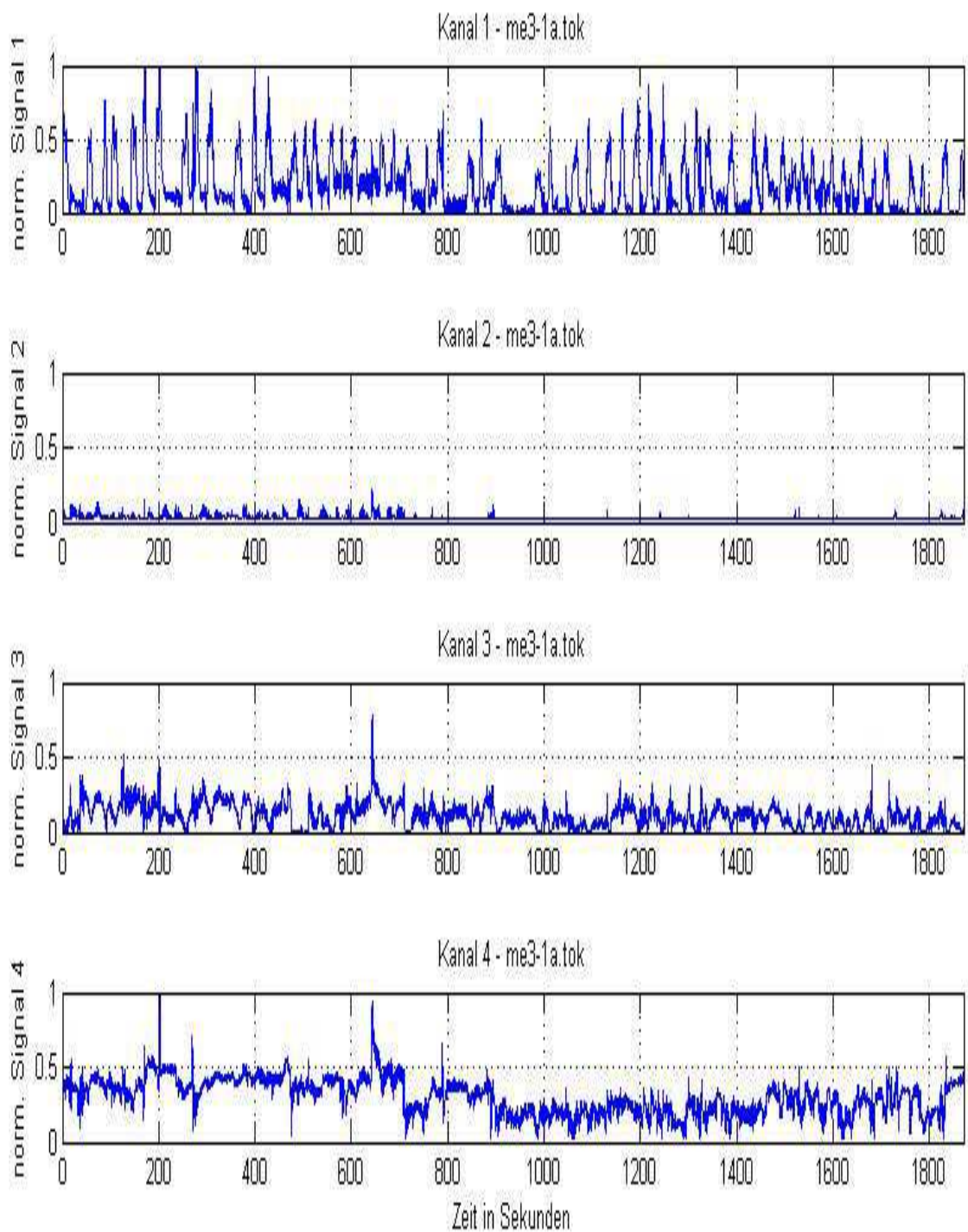
Durch Kontraktion des dorsalen Pansensackes kommt es zur Vorwölbung der Bauchwand über der linken Hungergrube, wie bereits im Kapitel 2.4.1 Methoden zur Diagnostik der Pansenperistaltik beschrieben (Friedberger u. Fröhner 1892).

Die beiden Drucksensoren 1 und 2, die in der linken Hungergrube zu liegen kommen, werden somit stimuliert. Die Drucksensoren 3 und 4 erzeugen nur bei Bewegungen des Tieres ein Signal. Für das Signal der vier Kanäle wird eine Abtastfrequenz von 8 Hz (Hertz) verwendet.

Zur Erstellung der Dimension der Stärke der Ausschläge wurden die Drucksensoren kalibriert. So wird ein Zusammenhang zwischen der wirksamen Kraft auf den Drucksensor und das vom Sensor abgegebene Signal hergestellt. Jeder Drucksensor bzw. Kanal wurde getrennt mit definierten Gewichten belastet. Diese Kalibrierungssignale wurden mittels einer Balkenwaage erstellt. Die Drucksensoren wurden so gelagert, dass sie direkt unter einer der Waagschalen der Balkenwaage zu liegen kamen. Durch das Einlegen der Gewichte in die Waagschale wurde so eine spezifische Kraft auf die Drucksensoren ausgeübt. Die Transducer sprechen ab einem Gewicht von 50 g an und haben im Bereich von 50 g bis 450 g näherungsweise lineare Kennlinien mit einer Sättigung ab etwa 450 g. Für die einfachere Signaldarstellung wird eine Normierung auf das Intervall 0 bis 1 vorgenommen. Durch die erstellten Kalibrierungssignale ist es jedoch möglich, die Ausschläge mittels der Erdbeschleunigung  $g$ , Faktor  $9,81 \text{ N/kg}$ , als Kraft  $F$  in Newton (N) zu interpretieren. So erstreckt sich die Kraftskala der Ruminogramme von 0,49 bis 4,41 N.

Für einen ersten Überblick liefert das Programm zunächst eine Graphik aller vier Transducersignale. In Abbildung 14 ist eine Graphik aller vier Kanäle des Datensatzes me 3-1a dargestellt. Die Daten wurden nach Probandennummer und Zeitpunkt der Messung benannt. me 3-1a ist der Datensatz von Proband 3 am Tag nach der Operation vor der Intervention, d.h. Akupunktur in der Versuchsgruppe.

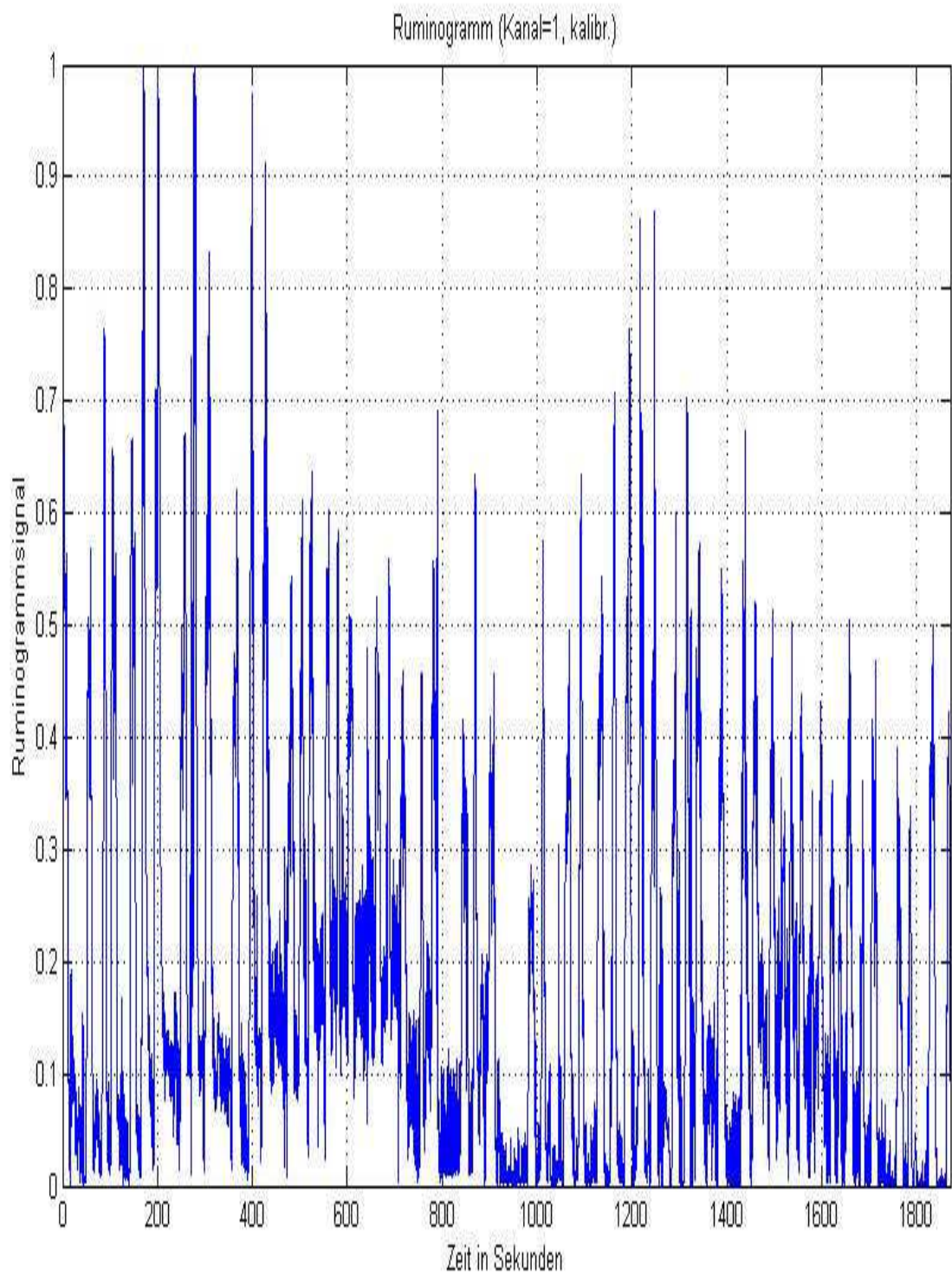




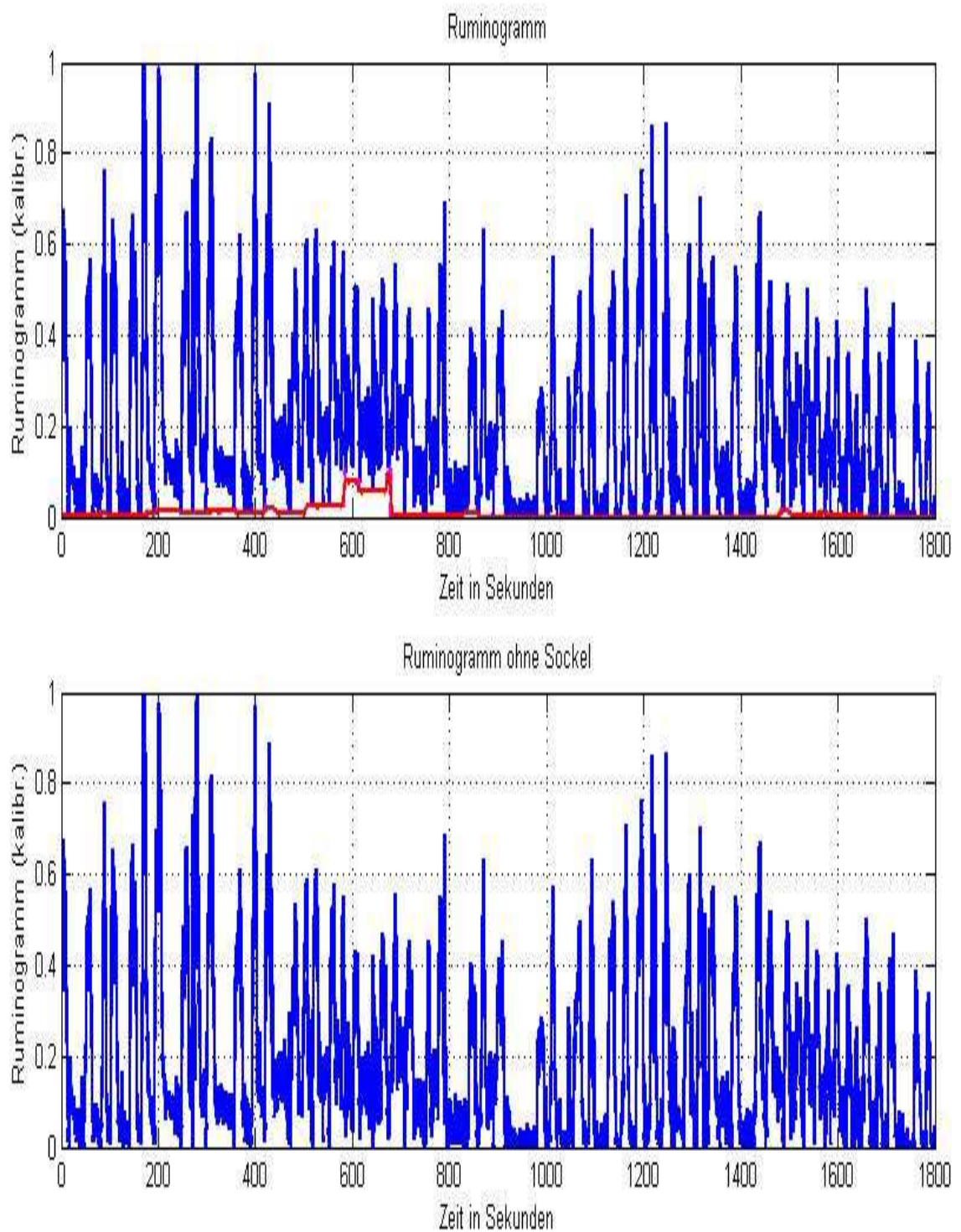
**Abb. 14:** Mittels des Programms „ruminow“ erstellte Graphik, die alle 4 Transducersignale des Datensatzes me 3-1a zeigt. Von oben nach unten werden Kanal 1-4 dargestellt; angegeben ist jeweils das normierte Signal im Zeitraum 0 bis 1800 Sekunden.

In der Programmsteuerung kann nun der als dominant erkannte Kanal ausgewählt werden. Bei der Auswertung der Studiendaten wurde wie folgt vorgegangen: Die Datenauswertung erfolgte ohne Kennzeichnung der Gruppenzugehörigkeit. Bei der Auswertung der Pansenmotorik wurden nur Kanal 1 und 2 verwendet. Anhand des visuellen Eindrucks wurde der dominante Kanal ausgewählt. Konnte durch bloße Betrachtung nicht eindeutig geklärt werden, welcher der beiden Kanäle ein stärkeres Signal aufwies, so wurden beide ausgewertet und der Kanal mit der höheren Gesamtwirkfläche zur weiteren Datenberechnung verwendet. Die Festlegung des auszuwertenden Kanals wurde nur von den Daten vor der Intervention an Tag 1a bzw. 3a abhängig gemacht. Für die Auswertung der Transducersignale nach der Intervention an Tag 1b bzw. 3b wurde immer der entsprechende Kanal verwendet. Bei der Messwiederholung an Tag 3 wurde unabhängig von der Datenauswertung bezüglich Tag 1 ein neuer dominanter Kanal wie beschrieben bestimmt. Da die meisten Datensätze nicht genau 30 Minuten lang sind, wurden der Beginn des Signalausschnittes bei Sekunde 0 und das Ende bei Sekunde 1800 gewählt. Der als dominant gewählte Kanal 1 des Datensatzes me 3-1a ist in Abbildung 15 dargestellt.

Um bei der Auswertung der Daten möglichst nur die Druckschwankungen zu erfassen, die durch die Bewegungen des Pansens verursacht werden, wurde eine Filterung des Signalsockels vorgenommen. Als Sockel werden Signalanteile bezeichnet, die im Vergleich zu den Kontraktionen des dorsalen Pansensackes über ein deutlich längeres Zeitintervall konstant sind. Eine Kontraktionswelle des Pansens findet 14- bis 24-mal in zehn Minuten statt und die Kontraktion des dorsalen Pansensackes dauert etwa sieben Sekunden (Mócsy 1912). Die Programm-Funktion „**rumnioSockel**“ erkennt langsam variierende Signalanteile. Für die Sockelerfassung der Daten wurde die Fensterbreite 60 s verwendet. Zusätzlich erfolgte eine Glättung des Sockelsignals. Ein Beispiel zur Erkennung und Unterdrückung eines Signalsockels ist in Abbildung 16 angegeben.



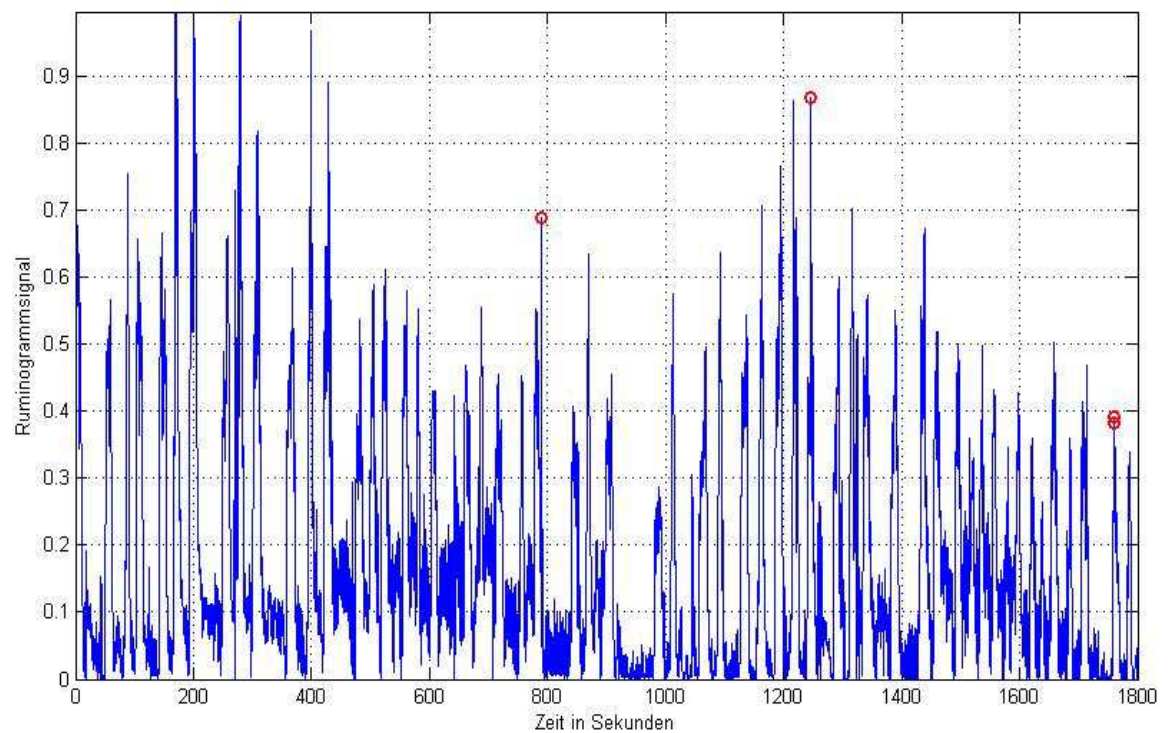
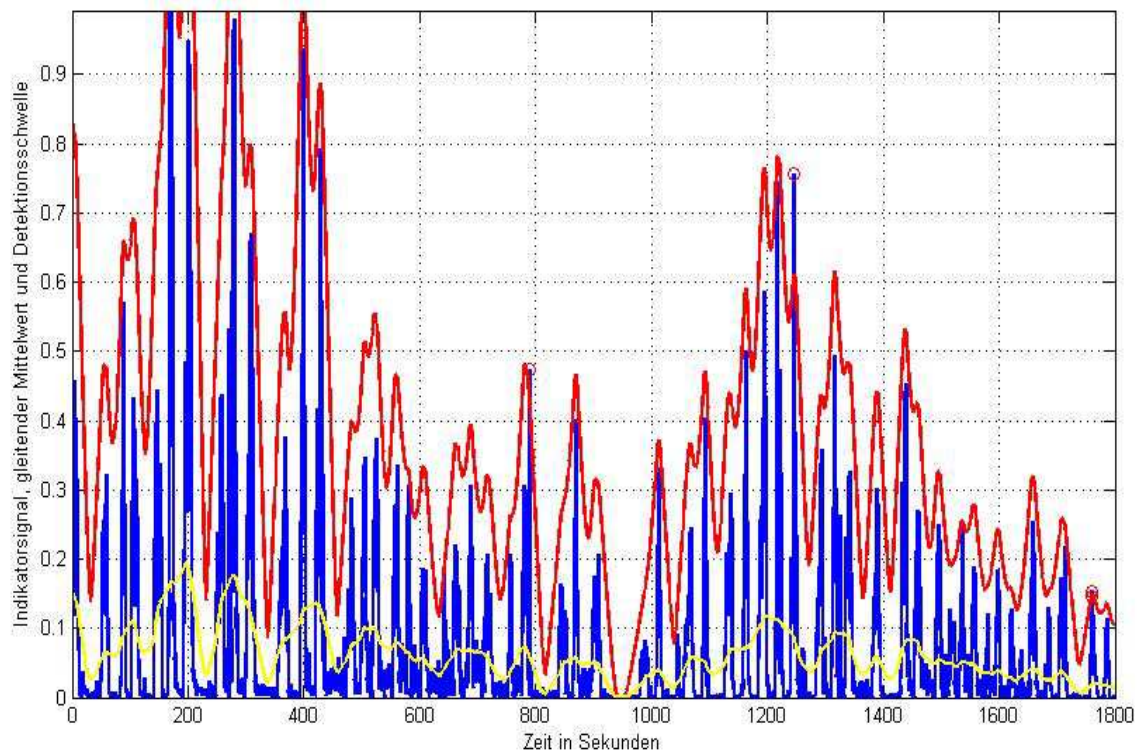
**Abb. 15:** Graphik aus dem Programm „ruminow“, die den als dominant ausgewählten Kanal 1 des Datensatzes me 3-1a zeigt; angegeben ist das normierte Signal im Zeitraum 0 bis 1800 Sekunden.



**Abb. 16:** Mit dem Programm „ruminow“ erstellte Graphik, die das normierte Signal des Datensatzes me 3-1a zeigt. Jeweils angegeben ist die Signalkurve mit rot gekennzeichnetem Sockel (oben) und entferntem Sockel (unten) in dem Zeitraum von 0 bis 1800 Sekunden.

Um auch kurzzeitige energiereiche Signalanteile zu eliminieren, die nicht zur Pansenmotorik gezählt werden können, wurde eine weitere Programmfunktion mit dem Namen „**ruminoSpikes**“ eingesetzt. Diese impulsartigen Störungen werden als Spikes bezeichnet. Als Indikatorsignal zur Erkennung der Impulsanteile wird das quadrierte Ruminogrammsignal verwendet; dadurch werden Signalüberhöhungen betont. In einem gleitenden Fenster mit der Fensterbreite 60 s werden Mittelwert und Standardabweichung im Indikatorsignal bestimmt. Die Detektionsschwelle wird als Summe des gleitenden Mittelwerts und der dreifachen gleitenden Standardabweichung des Indikatorsignals bestimmt. Um das ursprüngliche Signal möglichst wenig zu verändern, wird ein Substitutionsverfahren mit adaptiver Sättigungskennlinie für detektierte Spikes eingesetzt. Damit werden diese Bereiche so gestaucht, dass sie der Summe des Mittelwertes und der zweifachen Standardabweichung des Ruminogrammsignals entsprechen. In Abbildung 17 ist in blau das Indikatorsignal mit gleitenden Mittelwert in gelb und der Detektionsschwelle in rot abgebildet. Detektierte Spikes, die die Hüllkurve durchstoßen, sind mit einem Kringel markiert. Das gestauchte Signal mit den ersetzten Bereichen ist ebenfalls abgebildet. Die Programmfunktion „**ruminoSpikes**“ wurde bei allen ausgewerteten Datensätzen verwendet. Die Programm-Funktion „**ruminoSpektrum**“ führt eine Korrelationsanalyse durch und berechnet aus der geschätzten Autokorrelationsfunktion das geschätzte Leistungsdichtespektrum. Um rauschartige Schwankungen der Ruminogramme zu eliminieren, wird eine einfache Glättung des Signals mit dreieckförmiger Impulsantwort der Länge drei vorgenommen. Mit der Programm-Funktion „**ruminoMinMax**“ werden alle lokalen Minima und Maxima bestimmt. Die Häufigkeitsverteilung wird von dem Programm als Graphik angezeigt; diese Informationen wurden bei der Datenauswertung der Studie nicht weiter berücksichtigt.

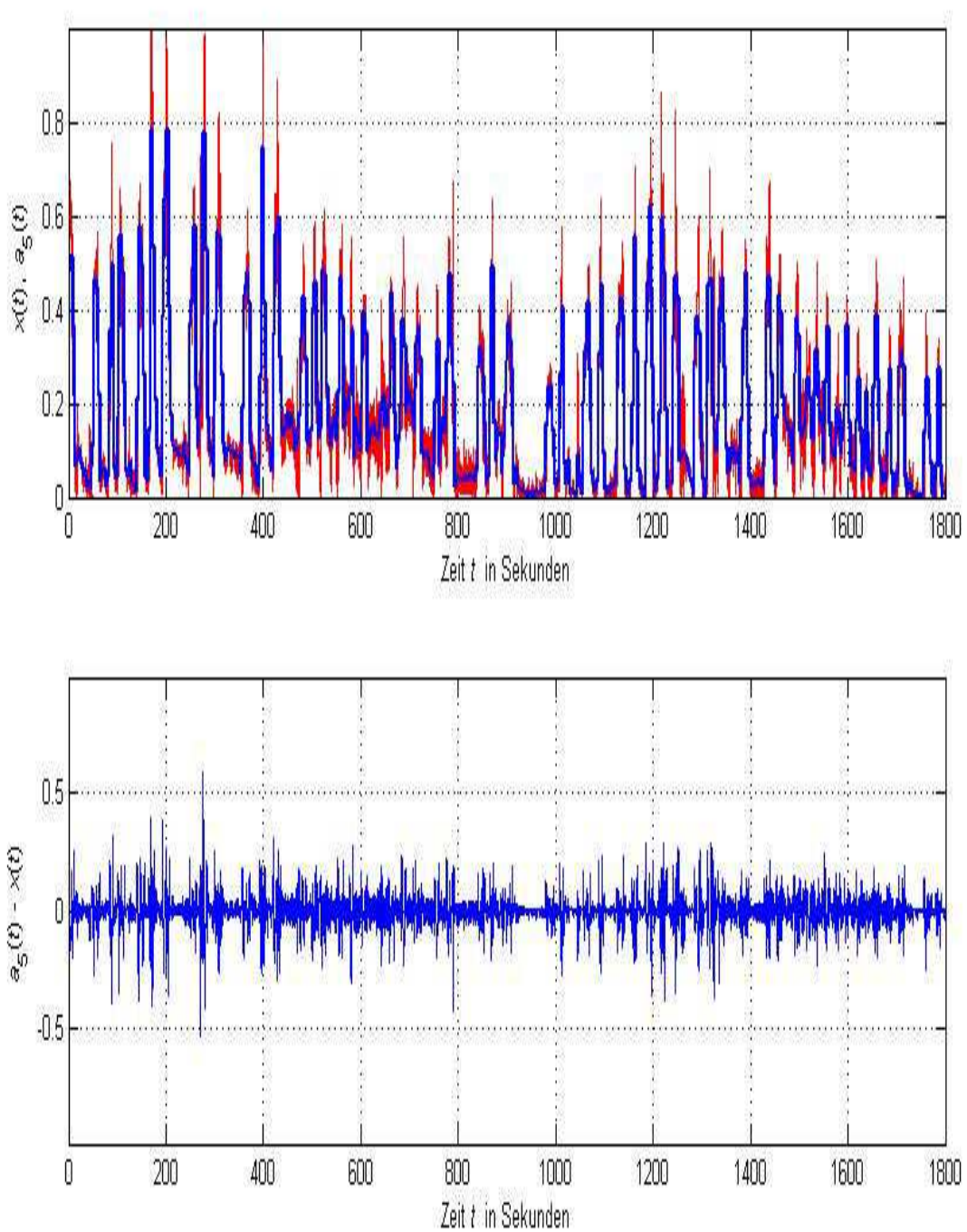




**Abb. 17:** Mit dem Programm „ruminow“ erstellte Graphiken, die das normierte Signal des Datensatzes me 3-1a zeigt. Jeweils angegeben ist in der Graphik oben das Indikatorsignal (blau) mit gleitendem Mittelwert (gelb), Detektionsschwelle bzw. Hüllkurve (rot), detektierte Spikes (o) und unten das kalibrierte Signal mit gestauchten Bereichen (o) im Zeitraum 0 bis 1800 Sekunden.

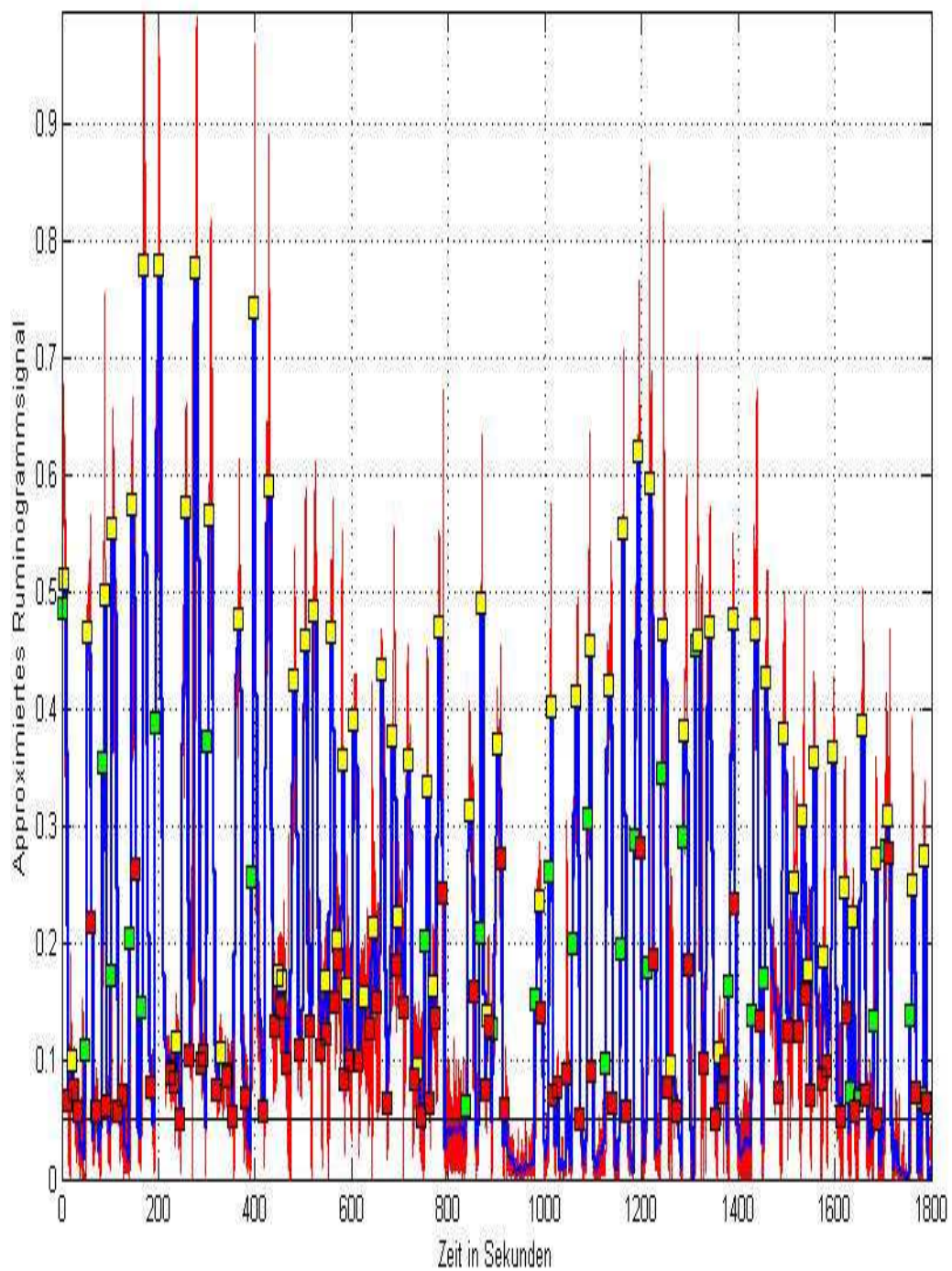
Um die niederfrequenten Anteile des Signals, die durch die Pansenbewegungen hervorgerufen werden, von den höherfrequenten Anteilen zu trennen, wird ein Approximationssignal der Haar-Transformation eingesetzt. Die Programm-Funktion „**ruminoWavelet**“ ermöglicht, dass die Kontraktionsbewegungen, die als eher kräftige rechteckförmige Signalkomplexe von etwa zehn Sekunden gesehen werden, als Signalkomplexe detektiert werden können. Während der Signalzerlegung wird in einen Hochpassanteil und in einen Tiefpassanteil geteilt. Der Tiefpassanteil wird als Approximationssignal bezeichnet und zur weiteren Datenauswertung verwendet. Die Zerlegung wird für das Approximationssignal insgesamt viermal wiederholt. Am Ende wird mit einem Approximationssignal mit der Abtastfrequenz  $\frac{1}{4}$  Hz weitergearbeitet. Ein solches Approximationssignal ist in Abbildung 18 in Blau dargestellt; das Originalsignal ist in Rot in die Graphik gekennzeichnet. Der Hochpassanteil ist in einem getrennten Diagramm dargestellt. Mittels der Programm-Funktion „**ruminoStatAWL**“ erfolgt die statistische Auswertung der Approximationskoeffizienten. Hierbei werden die Approximationskoeffizienten der 5. Stufe verwendet, sie repräsentieren jeweils einen Signalabschnitt der Dauer von 4 s. Die Verteilung der Approximationskoeffizienten gibt einen Überblick über die Homogenität des Signals. Bei der Datenauswertung der Studie wurde die statistische Analyse des Approximationssignals nicht berücksichtigt.

Um die aufgezeichneten Transducersignale für die Fragestellung der Studie besser interpretieren zu können, werden Signalkomplexe detektiert. Als Signalkomplexe werden energiereiche Signalabschnitte von ungefähr zehn Sekunden bezeichnet. Diese werden von zwei lokalen Minima begrenzt, zwischen denen sich ein lokales Maximum befindet. Bei der Datenauswertung wurde die Detektionsschwelle 0,05 des Approximationssignals zur Erfassung lokaler Maxima verwendet. Das bedeutet nur Ausschläge über 0,49 N, Detektionsschwelle multipliziert mit der Erdbeschleunigung  $g$  (9,81N), wurden als Signalkomplex gewertet. Verschmelzungen zu größeren Komplexen wurden bei Signalkomplexen durchgeführt, deren dazwischen liegendes lokales Minimum größer ist als die Hälfte des Produkts der zwei jeweiligen benachbarten Maxima. Diese Aufgabe übernimmt die Programm-Funktion „**ruminoDetektion**“. In der Graphik werden der Beginn eines Signalkomplexes mit einem grünen Quadrat, das Maximum mit einem gelben und das Ende mit einem roten markiert. In Abbildung 19 ist das Ruminogrammsignal mit Approximationssignal und den markierten Signalkomplexen des Datensatzes me 3-1a dargestellt.



**Abb. 18:** Mit dem Programm „ruminow“ erstellte Graphik, die das normierte Signal des Datensatzes me 3-1a zeigt. Jeweils angegeben ist oben in der Graphik das Approximationssignal und das Originalsignal des Datensatzes me 3-1a; unten ist das durch Haar-Transformation entstandene Detailsignal abgebildet, jeweils im Zeitraum 0 bis 1800 Sekunden.





**Abb. 19:** Mit dem Programm „ruminow“ erstellte Graphik, die das normierte Signal des Datensatzes me 3-1a im Zeitraum 0 bis 1800 Sekunden zeigt. Abgebildet sind das Ruminogrammsignal (rot), das Approximationssignal (blau), die Signalkomplexe mit Beginn (grün), Maximum (gelb), Ende (rot) und die Detektionsschwelle 0,05 (schwarz).

Zur statistischen Auswertung der detektierten Signalkomplexe wird die Programm-Funktion „**ruminoStatSK**“ verwendet. Im Programm wird die Anzahl der Signalkomplexe mit Klassifizierung zum Beitrag der Gesamtwirkfläche, die Gesamtwirkfläche der Signalkomplexe sowie statistische Kennzahlen der Wirkflächen, Dauer und Abstände der Signalkomplexe angegeben. In der Auswertung der Studie wurde die Wirkfläche der Transducersignale nach Erkennung von Sockel- und Spikesignalen unabhängig vom Approximationssignal verwendet; sie wird als *Gesamtwirkfläche* bezeichnet. Weiter wurde die normierte Wirkfläche der Signalkomplexe abhängig vom Approximationssignal verwendet und als *Gesamtwirkfläche der Signalkomplexe* bezeichnet, beides angegeben in Ns (Newtonsekunde). Außerdem wurden die *Anzahl* der detektierten *Signalkomplexe* und die vom Programm errechneten Mittelwerte der Wirkflächen in Ns berücksichtigt. Diese werden als *mittlere Wirkfläche der Signalkomplexe* bezeichnet. Die Bildschirmanzeige des Programms „ruminow“ ist in Abbildung 20/1 und 20/2 dargestellt. Mit der Programm-Funktion „**ruminoProtokoll**“ wird automatisch eine Protokolldatei in Textformat angelegt, die für alle Datensätze bei der Auswertung erstellt wurde. Die Protokolldaten vom Datensatz me 3-1a finden sich als Beispiel im Anhang aufgeführt.

```

_____RUMINOGRAPHIE_____
Justus-Liebig-Universität Gießen
Klinik für Wiederkäuer und Schweine
Prof. Dr. K. Doll
E. Spitzley
Hochschule Fulda
Nachrichtentechnik Labor
Prof. Dr. M. Werner
= rumino ===== V1.2 === Dez 2011 ===
RuimolInput
Rumino Einlesen von der Datei : ruminolInput.txt
RuminoSignal
Name des Datensatzes. (*.tok) ? me3-1a
Signaldauer in Sekunden 1871.13
Signal wählen Kanal (1)/2/3/4 ? 1
Signalausschnitt wählen
Beginn in Sekunden (0) ?
Ende in Sekunden (1871.13) ? 1800
Testmodus (j/n) ?
    Signaldynamik (kalibr.) : 1.00
RuminoSocket – Erkennen und Ersetzen eines Sockels
Wirkflächen
Ruminogramm      1298.0 Ns (100.0%)
Sockelsignal      53.8 Ns ( 4.1%)
Signal ohne Sockel 1244.2 Ns ( 95.9%)
RuminoSpikes – Erkennen und Ersetzen von Spikes
Zahl der Spikes   3
Dauer der Spikes
Mittelwert 0.17 s Standardabw. 0.07 s Variabilität 0.43 s
Abstände der Spikes
Mittelwert 485.1 s Standardabw. 39.7 s Variabilität 0.08 s
Wirkflächen
Ruminogramm      1244.2 Ns (100.0%)
Spikes            1.1 Ns ( 0.1%)
ohne Spikes       1244.1 Ns (100.0%)
RuminoSpektrum – Signalkenngrößen (kalibr.)
Mittelwert      0.1761, Standardabweichung 0.176
norm. Varianz 0.0310, norm. Leistung      0.0062
Leistungen der Oktavenbänder: Maximum 0.0155
Teilband (ungefähr) norm. Leistung
0.000... 0.008 Hz   19.3 %
0.008... 0.016 Hz   14.1 %
0.016... 0.031 Hz   29.4 %
0.031... 0.063 Hz   100.0 %
0.063... 0.125 Hz   20.9 %
0.125... 0.250 Hz    6.7 %
0.250... 0.500 Hz    5.2 %

```

**Abb.20/1: Bildschirmanzeige des Programms ruminow für den Datensatz me 3-1a, Kanal 1; Signalausschnitt 0 bis 1800 Sekunden**

0.500... 1.000 Hz	3.7 %
1.000... 2.000 Hz	0.9 %
2.000... 4.000 Hz	0.4 %

RuminoMinMax- Detektion lokaler Extrema

Anzahl der lokalen Extrema (Minima+Maxima) 2644

Abstände (Min-Min und Max-Max gemittelt)

Mittelwert	1,36s
Standardabweichung	0,77s
Variabilität	0,56 s

RuminoWavelet – Wavelet-Transformation

Name haar, Stufenzahl 5

RumniStatAWL: Approximationskoeffizienten

Anzahl 451

Nicht normierte Darstellung

Minimum	0,0004	, Maximum	0,7803
Mittelwert	0.1758	, Varianz	0.0258
Median	0.1297	, Variabilität	6.8054

Normierte Darstellung - Varianz 1

Minimum	0.0024	, Maximum	4.8557
Mittelwert	1.0936	, Varianz	1.0000
Median	0.8069	, Variabilität	1.0936

RuminoDetektion

Anzahl der Minima und Maxima 96 bzw. 97

Abstände der Maxima im Approximationssignal

Mittelwert	18.7s
Standardabweichung	6.8s
Variabilität	0.36

Anzahl der Signalkomplexe 82

Anzahl der Verschmelzungen 0

RuminoStatSK: Detektierte Signalkomplexe und Wirkflächen

Anzahl der detektierten Signalkomplexe 82

Wirkflächen des Transducersignals	1399.63 Ns
Wirkfläche des Approximationssignals	1399.64 Ns (100.0%)
Norm. Wirkfläche der Signalkomplexe	1348.37 Ns ( 96.3%)
Gesamtdauer der Signalkomplexe	1332.0 s ( 74.0%)

Wirkflächen: Mittelwert 16.44 , Standardabweichung 10.44

Median	16.00	, Variabilität	0.64
--------	-------	----------------	------

Dauern : Mittelwert 16.24 s , Standardabweichung 6.60 s

Median	16.00 s	, Variabilität	0.41 s
--------	---------	----------------	--------

Abstände : Mittelwert 7.56 s , Standardabweichung 11.68 s

Median	0.00 s	, Variabilität	1.55 s
--------	--------	----------------	--------

Klassifizierung der Signalkomplexe nach Anteil an der Wirkfläche der Signalkomplexe 1348.37 Ns

Wirkfläche	Anzahl
WF>= 5 %	0
2 % <= WF < 5%	11
1 % <= WF < 2%	34
WF< 1 %	37

**Abb.20/2: Bildschirmanzeige des Programms ruminow für den Datensatz me 3-1a, Kanal 1; Signalausschnitt 0 bis 1800 Sekunden**

### **3.2.6 Untersuchungen zur Validierung der ruminographischen Methode**

Um zu überprüfen, ob die mittels Ruminograph gemessenen Veränderungen der äußeren Bauchdecke den Druckschwankungen im Panseninneren entsprechen, wurden vergleichend dazu an zwei Kühen simultane Messungen des Panseninnendrucks durchgeführt.

#### **3.2.6.1 Probanden**

Diese Untersuchungen erfolgten an zwei Pansenfistelkühen der Klinik für Wiederkäuer der JLU Gießen. Eine zum Zeitpunkt der Untersuchung sechsjährige Kuh der Rasse Deutsche Holstein wird in den Messdaten als B bezeichnet. Die zweite Kuh, die zum Zeitpunkt der Untersuchungen vierjährig war, gehört der Rasse Deutsches Fleckvieh an und wird als E deklariert.

#### **3.2.6.2 Vergleichsmessungen mittels Ventigraph**

Um die Druckschwankungen im Panseninneren zu erfassen, wurde ein Venti-Graph® (PG 100/REC) der Firma Boehringer Ingelheim verwendet. Dieses Gerät war ursprünglich für die Bestimmung des Interpleuraldruckes zur Diagnostik von obstruktiven Lungenerkrankungen beim Pferd vorgesehen. Er besteht aus einem Druckwandler mit Schreibwerk, mit dem bei 2 mm Vorschub pro Sekunde die Druckkurven aufgezeichnet werden können. Die Druckschwankungen können in drei unterschiedlichen Empfindlichkeitsstufen erfasst werden. Mit Maximalauschlägen von 48 cm Wassersäule bei Stufe 1, 12 cm Wassersäule bei Stufe 2 und 6 cm Wassersäule bei Stufe 3. Bei den eigenen Messungen wurde nur Stufe 1 und 2 verwendet. Zur Messeinrichtung gehört ebenfalls eine Sonde. Diese besteht aus einem festen äußeren Mantel und einem dünnlumigen Innenteil, der bis zur Druckkammer am Sondenende reicht und zur pneumatischen Übertragung von Druckunterschieden in der Druckkammer dient. Die ursprünglich als Oesophagussonde eingesetzte Messsonde hatte eine Länge von 2,5 m und einen Außendurchmesser von 9 mm.

Die Messungen wurden an den stehenden Tieren an deren Standplätzen der Ställe der Klinik für Wiederkäuer durchgeführt. Die Pansenfistel wurde zur Messung mit einer aufblasbaren Gummipelotte verschlossen. Der Durchmesser des Schaftes der Pelotte entsprach den Maßen der Pansenfistel mit einem Oval von 8 / 3 cm; durch einen Kanal in der Mitte der Pelotte wurde die Messsonde geführt. Der Kanal wurde mittels eines Reagenzglasstopfens aus Gummi luftdicht verschlossen. Simul-

tan zu den Messungen mittels Venti-Graphen® wurde den Versuchstieren der Gurt mit den integrierten Drucksensoren des Ruminographen angelegt.



**Abb.21: Ansicht der linken Hungergrube einer Probandenkuh mit Pelotte und Messonde sowie Gurt mit den integrierten Drucksensoren des Ruminographen**

### **3.2.7 Akupunkturbehandlung**

Die Akupunkturpunkte zur Behandlung der Versuchsgruppe wurden aus einer früheren Arbeit übernommen (Freudenberg 2010). Die Tiere der Kontrollgruppe wurden nicht akupunktiert, doch hat sich die Untersucherin im entsprechenden Zeitraum mit ihnen beschäftigt. Bei diesen Tieren erfolgte auch keine anderweitige Manipulation der Akupunkturpunkte im Sinne einer Placebo- oder Sham-Akupunktur.

Im Behandlungsschema wurden folgende Punkte verwendet: Pi Shu, Shi Zang, Du Jiao, Magen 36 (Ma 36), Milz-Pankreas 6 (MP 6). Die Behandlung erfolgte an Tag 1, also dem ersten Tag nach der Operation, und an Tag 3, jeweils gegen 10 Uhr. An den Tagen 2 und 4 fand keine Akupunkturbehandlung statt. Zur Stimulation des Punktes Magen 36 wurden Premium-Nadeln der Firma Wandrey (Berlin) der Größe

0.70 x 50 mm (REF: NSP 7050; LOT: 03019) verwendet, für die übrigen Punkte Premium-Nadeln der Firma Wandrey der Größe 0.50 x 50 mm (REF: NSP 5050; LOT 04005).

Vor der Akupunktur wurden den Tieren Vergrittungs-Geschirre angelegt und der Schwanz wurde mit Hilfe einer Schnur locker an der linken Hintergliedmaße fixiert. Begonnen wurde mit der Nadelung des Punktes Pi Shu, gefolgt von Shi Zang und Du Jiao, weiter wurden die Nadeln in die Punkte Magen 36 und Milz/ Pankreas 6 gesetzt. Nach Setzen der letzten Nadel wurden sie dort für 20 Minuten belassen, bevor sie wieder entfernt wurden.

Die Punktauswahl und das Behandlungsschema waren bereits in der früheren Studie (Freudenberg 2010) mit einer ausgesuchten Expertin für Rinderakupunktur (Inhaberin der Zusatzbezeichnung Akupunktur mit Weiterbildungsermächtigung, ATF-Referentin und Leiterin der Praxisseminare für Akupunktur beim Rind) abgestimmt worden.

Die Charakterisierung der verwendeten Akupunkturpunkte basiert auf den Grundlagen der Veterinärakupunktur (Kothbauer u. Meng 1983). Als Grundlage dieses Lehrbuches dienten vorwiegend Übersetzungen von chinesischen Originaltexten.

Die drei verwendeten traditionellen chinesischen Punkte können im weiteren Sinne dem Blasenmeridian zugeordnet werden. Kothbauer und Meng (1983) erwähnen in ihrem Buch abweichende chinesische Angaben der Entfernungen der Punkte zur dorsalen Medianlinie aufgrund ihrer Erfahrungen. Als wichtig betonen sie die entsprechende Zuordnung der Punkte innerhalb eines Segmentes mit entsprechender Indikation. Der Blasenmeridian gliedert sich in drei parallele Verläufe mit unterschiedlicher Entfernung zur Medianlinie.

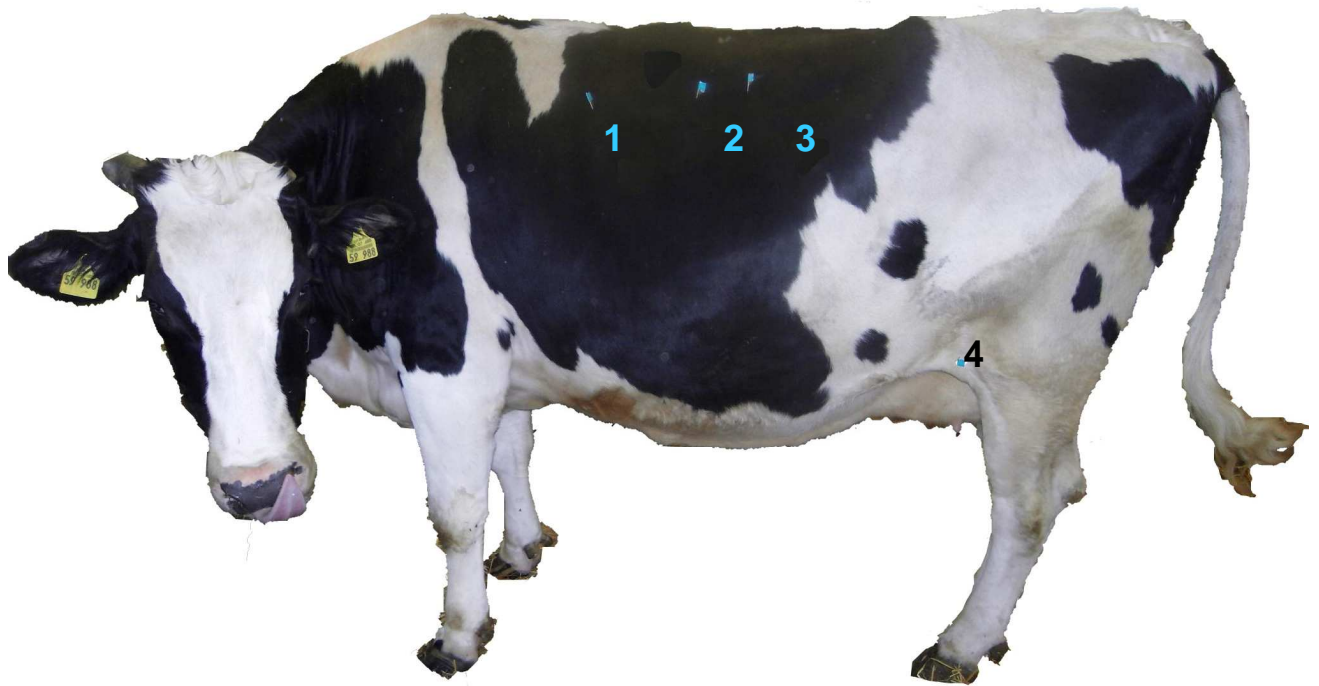
Pi Shu gilt als traditioneller chinesischer Shu-Zustimmungspunkt für den Funktionskreis Milz und Pankreas. Gemäß Kothbauer und Meng (1983) könnte er auch als Zustimmungspunkt des Pansens bezeichnet werden. Dieser Punkt befindet sich im drittletzten Interkostalraum, zwischen der 10. und 11. Rippe auf Höhe des Hüftgelenkes. An dieser Stelle bildet sich eine Muskelfurche zwischen M. trapezius und M. latissimus dorsi. Als Indikation werden unter anderem Indigestion und Pansenparese genannt. Dieser Punkt existiert nur auf der linken Körperhälfte. Zur Stimulation wird er nach schräg unten gestochen (Westermayer 1979, Kothbauer u. Meng 1983). Als

Indikation für den Punkt Blase 18, der im selben Interkostalraum liegt, werden Verdauungsstörungen genannt (Kothbauer u. Meng 1983).

Der nächste Akupunkturpunkt wurde von Freudenberg (2010) als traditionell chinesischer Punkt Shi Zang bezeichnet. Seine Lokalisation liegt im letzten Interkostalraum auf gleicher Höhe wie der Punkt Pi Shu und das Hüftgelenk. Als Indikation werden Magen- und Darmatonie genannt (Westermayer 1979). Kothbauer und Meng (1983) bezeichnen den entsprechenden Punkt im zwölften Interkostalraum als Blase 45-01 oder auch als Kui Yang Xue bzw. Kui Yang Hsueh. Im selben Interkostalraum liegt auch der Punkt Blase 45, der bei Indigestion und Enteritis gewählt wird sowie der 20. Punkt des Blasenmeridians, der bei allgemeiner Schwäche angewandt wird (Kothbauer u. Meng 1983).

Der „Winkel des Bauches“, als Du Jiao oder To Chiao bezeichnet, befindet sich kaudal der letzten Rippe und drei Handbreiten lateral der dorsalen Medianlinie und ebenso wie die beiden vorherigen Punkte auf Höhe des Hüftgelenkes. Als Indikationen werden Tympanie, Gastritis und Stoffwechselstörungen genannt. Ähnliche Wirkung soll der ebenfalls hinter der 13. Rippe liegende Punkt Blase 21 haben, den man auch bei Verdauungsbeschwerden verwenden kann (Kothbauer u. Meng 1983). Die drei Punkte der seitlichen Bauchwand werden in diesem Behandlungsschema nur links akupunktiert.





**Abb. 22: Darstellung der verwendeten Akupunkturpunkte:**  
 1= Phi Shu, 2= Shi Zang, 3= Du Jiao, 4= Magen 36



**Abb. 23: Lage der Punkte Pi Shu, Shi Zang und Du Jiao (von links nach rechts)**

Der Punkt Ma 36 gehört zum Magenmeridian. Dieser verläuft über die laterale Fläche der Hinterextremität. In der Humanmedizin wird der Punkt auch Zu San Li oder Tsu San Li genannt. Als einer von sechs Meisterpunkten ist er für den Bereich Gastrointestinaltrakt und Abdomen zuständig und bekannt für seine Wirkung auf den Verdauungsapparat. Die Stimulation soll appetitregulierende Funktion haben. Eingesetzt wird er unter anderem bei Unterfunktion des Magens und Indigestion (Westermayer 1979). Anatomisch befindet sich der Punkt Ma 36 laterodistal des Kniegelenkes. Man sticht ihn bis zu drei Zentimeter in eine Vertiefung zwischen Tuberositas tibiae und Ansatz des Muskulus fibularis tertius (Kothbauer u. Meng 1983). In dieser Studie wurde dieser Punkt an der linken Hintergliedmaße genadelt.



**Abb. 24: Lage des Punktes Magen 36**

Der Punkt MP 6, der zum Milz-Pankreas-Meridian gehört, befindet sich auf der medialen Seite der Hintergliedmaße. Dem Milz-Pankreas-Meridian werden unter anderem der Magen-Darmtrakt und die Vormagentätigkeit zugeordnet. Die Position seines sechsten Punktes befindet sich am medialen Unterschenkel, am kaudalen Rand der Tibia, etwa eineinhalb Handbreit proximal des Malleolus medialis. Um diesen Punkt zu stimulieren, sticht man entlang des Knochens nach distal. In der Humanmedizin nennt man den Punkt San Yin Jiao bzw. San Yin Chiao (Kothbauer u. Meng 1983). Ebenso wie der Punkt Ma 36 wird MP 6 nur an der linken Hintergliedmaße gestochen.



**Abb. 25: Lage des Punktes Milz-Pankreas 6**

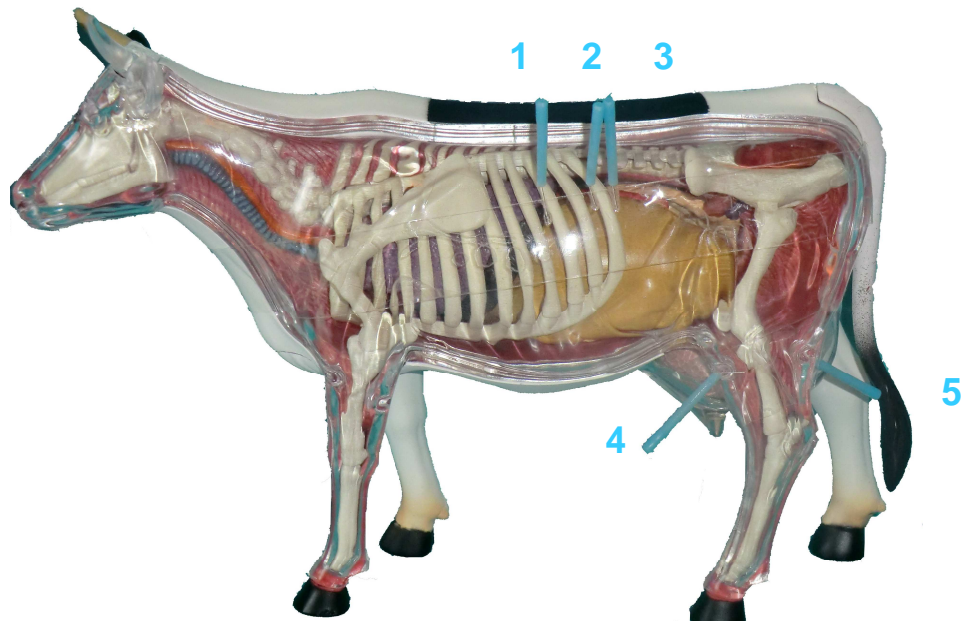


Abb. 26/1: Lokalisation der fünf verwendeten Akupunkturpunkte am Modell (4D Master® Firma Fame Master, Hong Kong): 1= Phi Shu, 2= Shi Zang, 3= Du Jiao, 4= Ma 36, 5= MP6

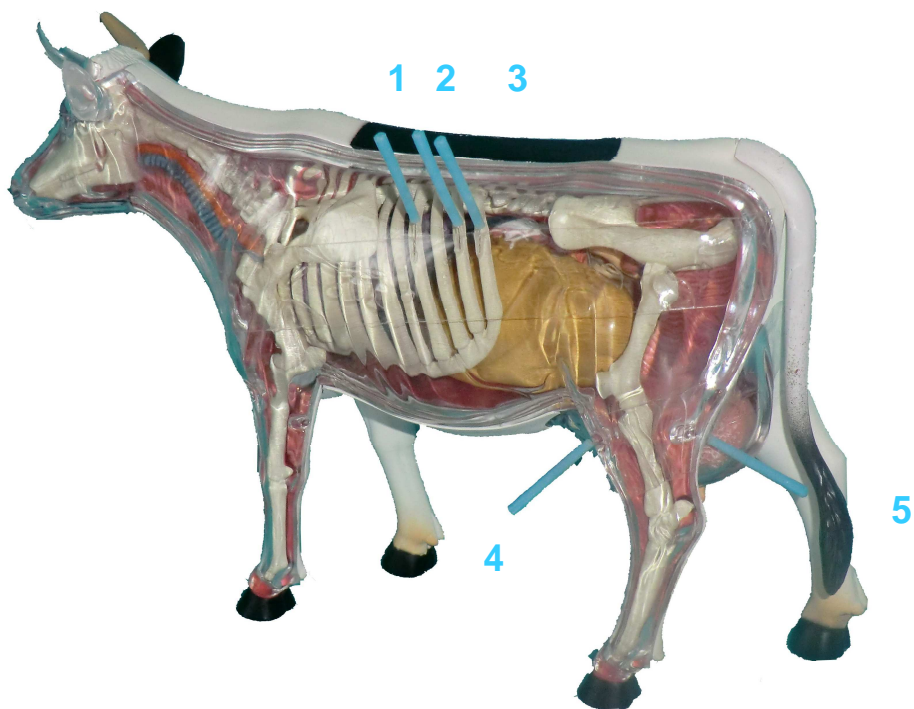


Abb. 26/2: Lokalisation der fünf verwendeten Akupunkturpunkte am Modell (4D Master® Firma Fame Master, Hong Kong): 1= Phi Shu, 2= Shi Zang, 3= Du Jiao, 4= Ma 36, 5= MP6



### 3.2.8 Begleittherapie, Haltungs- und Fütterungsbedingungen

Im Rahmen der klinischen Untersuchung wurde jeden Morgen der Harn der Tiere mittels eines qualitativen Teststreifens (Ketur-Test<sup>®</sup>, Firma Roche Diagnostics GmbH, Mannheim) auf Ketonkörper untersucht. Der Teststreifen zeigt ab einer Konzentration von etwa 0,5 mmol/l Acetessigsäure einen Farbumschlag. Alle Tiere, bei denen sich damit Ketonkörper im Harn nachweisen ließen, erhielten an den entsprechenden Tagen zweimal täglich je 200 ml Propylenglykol oral, um die Glukoneogenese anzuregen.

Die Tiere wurden in den Stallungen der Klinik in Anbindehaltung auf Langständen mit Gummimatten und Stroheinstreu aufgestellt. Sie erhielten Heu ad libitum und zweimal täglich eine Kraftfuttermischung. Diese richtete sich nach der Milchleistung der Tiere. Bis 15 kg Milch pro Tag erhielten die Patienten die einfache Ration, welche aus zweimal täglich 1 kg Hafer, 1,5 kg Zuckerrübenschnitzel, 2 kg Milchleistungsfutter (RWZ Kraft R202 Press<sup>®</sup>, Firma Raiffeisen) und einmal täglich 100 g Mineralfutter (RWZ Profi Mineral 15/3<sup>®</sup>, Firma Raiffeisen) bestand. Kühe mit einer Leistung von mehr als 15 kg Milch pro Tag erhielten dahingegen die doppelte Ration. Diese beinhaltet zweimal täglich 1,5 kg Hafer, 2,25 kg Trockenschnitzel und 4 kg Pellets sowie einmal täglich 150 g Mineralfutter.

Als Infusionstherapie erhielten alle Kühe vor Beginn der Operation möglichst rasch zwei Liter einer hypertonen (7,2%igen) NaCl-Lösung intravenös zur Stabilisierung der Kreislauftsituation (Roloff 2007). Die Infusion mit hypertoner Kochsalzlösung erfolgte noch am Standplatz der Tiere, an dem sie auch die Möglichkeit hatten, Wasser über das Tränkebecken aufzunehmen. Während dieser Zeit erfolgte die bei der Operationsdurchführung beschriebene Rasur der rechten Körperseite. Außerdem bestand die Möglichkeit, nach ausreichender Reinigung und Desinfektion bereits am Standplatz die Lokalanästhesie durchzuführen. Erst zehn Minuten nach Abschluss dieser Infusion wurden die Kühe in den Operationsstand verbracht. Hier begann die weitere Infusionstherapie mit zehn Liter einer isotonen (0,9%igen) NaCl-Lösung in Form einer Dauertropfinfusion.

Zur Infektionsprophylaxe erhielten alle Tiere 18 Millionen I.E. Penicillin (Procain-Penicillin<sup>®</sup>, Firma Albrecht, Aulendorf) subkutan. Die Verabreichung erfolgte mindestens 30 Minuten vor der Operation sowie an den beiden nachfolgenden Tagen. Weiter erhielten alle Tiere vor der Operation 100 mg Flunixin pro 45 kg Körpergewicht intravenös (Paraflunixin Injektionslösung<sup>®</sup>, Firma Vetoquinol, Ravensburg). Bei einem

Gehalt an ionisiertem Calcium im Blut von weniger als 0,9 mmol/l erfolgte zusätzlich eine Calcium-Infusion vor Beginn der Operation, in folgender Dosierung: Bei  $\text{Ca}^{2+}$ -Werten von 0,6–0,89 mmol/l erhielten die Probanden 19 g Calciumgluconat pro 100 kg Körpergewicht (entspricht 50 ml C-B-Gluconat 38%<sup>®</sup>, Firma alfabet Tierarzneimittel GmbH, Neumünster) langsam intravenös, bei Werten unter 0,6 mmol/l zusätzlich dieselbe Dosis per Dauertropfinfusion über die erwähnten zehn Liter Kochsalzlösung. Während der Verabreichung von Calciumgluconat fand eine Kontrolle der Herztätigkeit statt.

Im Rahmen der klinischen Untersuchung wurde jeden Morgen die Temperatur der Tiere gemessen. Stieg während oder nach der Behandlung mit Penicillin die innere Körpertemperatur über 39,5 °C, wurden die Tiere mit 2,5 mg Enrofloxacin pro kg Körpergewicht subkutan behandelt (EnroSleecol10%<sup>®</sup>, Firma Albrecht, Aulendorf). Damit entfiel die Injektion von Penicillin. Bei keinem der Tiere blieb die Temperatur während eines Zeitraums von 48 Stunden über 39,5 °C, so dass kein Tier deshalb aus der Studie ausgeschlossen werden musste.

Sobald allerdings die vierte ruminographische Messung abgeschlossen war, erhielten alle Tiere mit einer Temperatur über 39,5 °C nochmals Flunixin in der oben angegebenen Dosis. Die Gabe von Dexamethason und Glukose sowie von glykoplastischen Substanzen über die obigen Angaben hinaus erfolgte dann erst wieder nach Beendigung der eigentlichen Studie.

### **3.2.9 Ablauf der Untersuchungen**

Tag 0 (Einlieferungstag):

- Klinische Untersuchung
- Patientenvorauswahl
- Operation

Tag 1:

- 8:00 Uhr Blutentnahme
- Entscheidung über Aufnahme in die Studie
- Randomisierung
- 9:30 Uhr Ruminographische Messungen für 30 min
- 10 Uhr Behandlung der Kühe aus der Akupunkturgruppe gemäß Therapieplan: fünf Punkte stechen, Nadeln verbleiben für 20 min
- 10:30 Uhr Ruminographische Messungen für 30 min
- 11:00 Uhr Blutentnahme

Tag 2:

- 8:00 Uhr Blutentnahme

Tag 3:

- 8:00 Uhr Blutentnahme
- 9:30 Uhr Ruminographische Messungen für 30 min
- 10 Uhr Behandlung der Kühe aus der Akupunkturgruppe gemäß Therapieplan: fünf Punkte stechen, Nadeln verbleiben für 20 min
- 10:30 Uhr Ruminographische Messungen für 30 min
- 11:00 Uhr Blutentnahme

Tag 4:

- 8:00 Uhr Blutentnahme
- Klinische Nachuntersuchung

### 3.2.10

## Übersicht über das Studiendesign

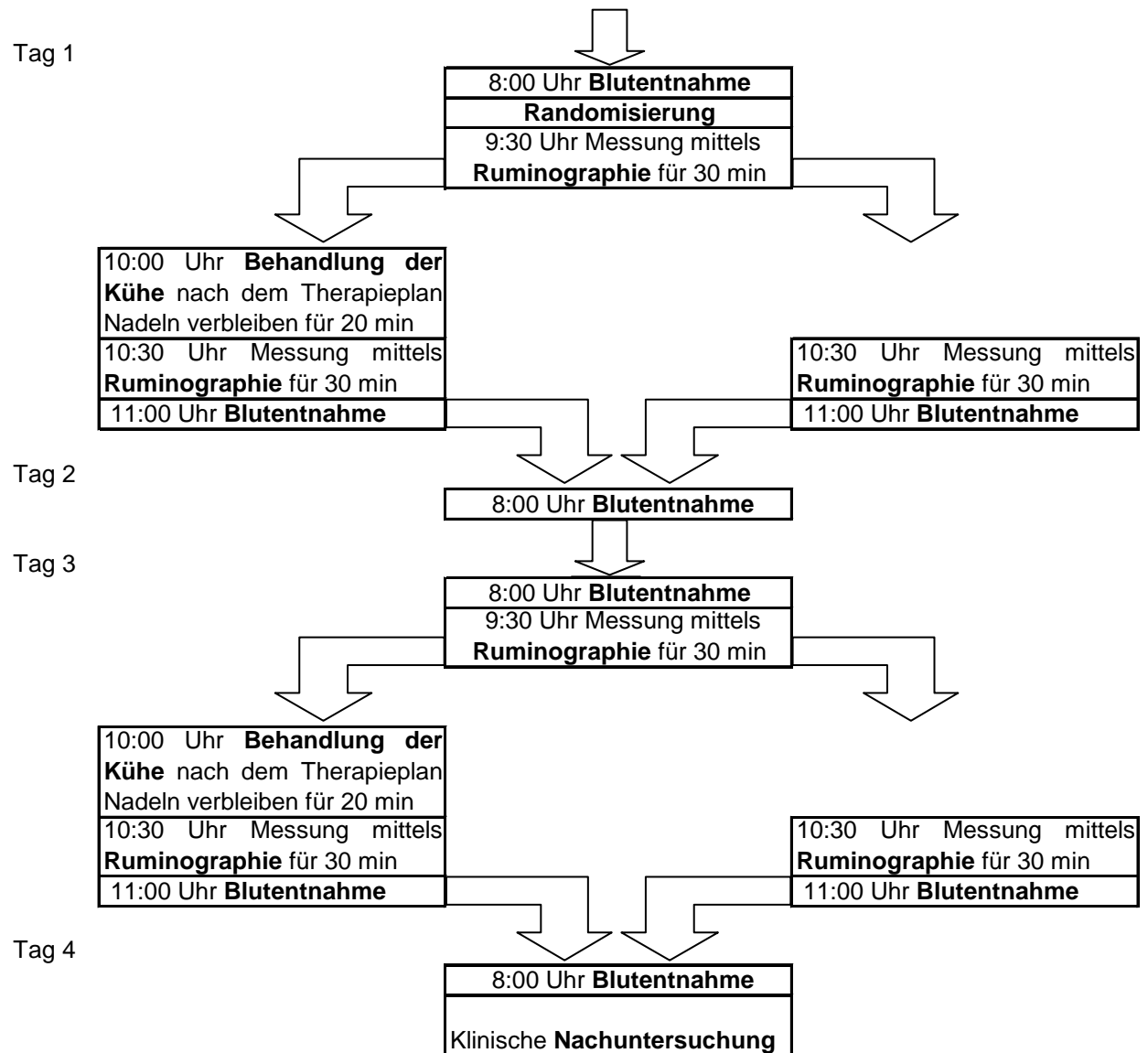


Abb. 27: Ablaufplan der Studie



### 3.2.11

### Hauptzielkriterien

Als Hauptzielkriterium wurde die Steigerung der Pansenmotorik festgelegt. Hierzu wurden die durch 30minütige Messungen mittels des Ruminographen erhaltene Daten verwendet. Die Auswertung dieser Daten erfolgte wie im Kapitel „ruminographische Messungen“ beschrieben mittels des Computerprogramms „ruminow“.

Die Auswertung der Pansenmotorik basierte auf folgenden vier Kriterien:

- *Anzahl der Signalkomplexe*

Als Signalkomplexe werden energiereiche Signalabschnitte von ungefähr zehn Sekunden bezeichnet. Diese werden von zwei lokalen Minima begrenzt, zwischen denen sich ein lokales Maximum befindet. Detektiert werden sie über die Programmfunktion „**ruminoDetektion**“. Es wird die *Anzahl* der durch das Programm „ruminow“ detektierten *Signalkomplexe* des als dominant bezeichneten Kanals in 30 Minuten angegeben.

- *Gesamtwirkfläche*

Als *Gesamtwirkfläche* werden alle Kraftstöße von dem einen als dominant ausgewählten Kanal in 30 Minuten bezeichnet. Die Ermittlung erfolgt ohne jegliche Filterung durch das Programm „ruminow“. Die *Gesamtwirkfläche* wird in Ns angegeben. Zur Veranschaulichung kann sie als Fläche unter der Kurve (Abbildung 15, Kapitel 3.2.5 ruminographische Messungen) bezeichnet werden.

- *Gesamtwirkfläche der Signalkomplexe*

Zur *Gesamtwirkfläche der Signalkomplexe* werden alle Wirkflächen der durch das Programm „ruminow“ detektierten Signalkomplexe des als dominant bezeichneten Kanals in 30 Minuten ermittelt und zusammengefasst. Dies wird durch die Programm-Funktion „**ruminoStatSK**“ ausgeführt und in Ns angegeben.

- *Mittlere Wirkfläche der Signalkomplexe*

Als *mittlere Wirkfläche der Signalkomplexe* wird durch die Programm-Funktion „**ruminoStatSK**“ der arithmetische Mittelwert der Wirkflächen aller durch das Programm „ruminow“ detektierten Signalkomplexe des als dominant bezeichneten Kanals in 30 Minuten ermittelt. Die *mittlere Wirkfläche der Signalkomplexe* dient als Kenngröße eines einzelnen Signalkomplexes und kann als Fläche unter einem durchschnittlichen Signalkomplex gesehen werden. Sie wird in Ns angegeben.

Zum Gruppenvergleich der Akupunktur- und Kontrollgruppe wurden die erfassten Ruminographiewerte der jeweiligen Probanden an den Zeitpunkten Tag 1a und b sowie Tag 3a und b einbezogen.

Zusätzlich zu dem ursprünglich vereinbarten Gruppenvergleich wurde für jeden Messtag und Proband einzeln errechnet, ob ein Therapieerfolg vorlag. Dieses Auswertungsschema wurde gewählt, da bei den Ergebnissen zur Validierung der Ruminographiedaten deutlich wird, dass Kaftschwankungen zwischen Messungen auftreten können. Bei diesem Auswertungssystem werden jeweils zwei Messungen eines Tieres am selben Tag mit identischem Drucksensorsitz verglichen, wodurch eine hohe Vergleichbarkeit geschaffen wird. Genauere Ausführungen finden sich im Ergebnissteil zur Validierung der Ruminographiewerte.

Daher ergeben sich die Anzahlen der Tiere mit Therapieerfolg:

*Therapieerfolg* definiert als 30%ige Steigerung der Ruminographiewerte Tag 1 bzw. 3a im Vergleich zu den Ruminographiewerten Tag 1 bzw. 3b.

- Anzahl der Tiere bei denen die Zahl der detektierten *Signalkomplexe* Tag 1 bzw. 3b um 30 % höher ist als an Tag 1 bzw. 3a.
- Anzahl der Tiere bei denen die *Gesamtwirkfläche* Tag 1 bzw. 3b um 30 % höher ist als an Tag 1 bzw. 3a.
- Anzahl der Tiere bei denen die *Gesamtwirkfläche der Signalkomplexe* Tag 1 bzw. 3b um 30 % höher ist als an Tag 1 bzw. 3a.
- Anzahl der Tiere bei denen die *mittlere Wirkfläche der Signalkomplexe* Tag 1 bzw. 3b um 30 % höher ist als an Tag 1 bzw. 3a.

### **3.2.12 Nebenzielkriterien**

Als Nebenzielkriterien wurden festgelegt:

- Base Excess (mmol/l)
- $\beta$ -Hydroxybutyrat (mmol/l)
- Milchleistung (kg)

### 3.3 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit Unterstützung durch die Arbeitsgruppe Biomathematik und Datenverarbeitung des Fachbereiches Veterinärmedizin der JLU Gießen unter Verwendung des Statistikprogrammpakets BMPD/Dynamic, Release 8.1 (Dixon 1993). Weiter unterstützte Rainer Lüdtke, Dipl.-Stat. und Referent für das Referat Biometrie der Carstens-Stiftung, unter Verwendung des Statistikprogramms Statistical Analysis System SAS (R), release 9.2 (SAS Inc., Cary NC, USA) die Auswertung. Die graphischen Abbildungen wurden auf einem Personalcomputer mit dem Programm Excel (MS-Excel Professional Edition 2003) erstellt. Zur Beschreibung der Daten wurden arithmetische Mittelwerte ( $\bar{x}$ ) sowie geometrische Mittelwerte ( $\bar{x}_g$ ) und Standardabweichungen (s) sowie Streufaktoren (SF) berechnet und tabellarisch wiedergegeben.

Bei der Darstellung der Ergebnisse in Form der abgebildeten Box- and Whisker-Plots kennzeichnet der Kasten (box) den Bereich, in dem 50 % der Daten liegen; er wird vom ersten und dritten Quartil begrenzt. Die Linien (whisker) zeigen den Bereich von 5 bis 95 % der Daten an. Die restlichen Werte werden als Punkte dargestellt.

Bei den Baselinewerten liegen bei Gesamtbilirubin und Harnstoff Werte unter der Nachweisgrenze. Zur Ermittlung des Mittelwertes wurde daher bei den entsprechenden Werten zufällig eine Zahl zwischen 0 und der Nachweisgrenze ermittelt und diese für die Berechnungen verwendet.

Die Zwischengruppenvergleiche bezüglich der Basisdaten erfolgten mittels Kruskal-Wallis-Test.

Der Stichprobenumfang beträgt bei den Baselinedaten in der Akupunktur- und in der Kontrollgruppe jeweils  $n = 40$ .

Bei der Berechnung der Hauptzielparameter wurden die Daten von vier Tieren nicht berücksichtigt. Bei drei Tieren, zwei aus der Kontroll- und einem aus der Akupunkturgruppe, kam es zu Todesfällen. Ein weiteres Tier aus der Akupunkturgruppe kam zum Festliegen. Beide Tiere der Kontrollgruppe verstarben nach der Probennahme an Tag 2. Hierbei handelt es sich um Proband 2 und 6.

In der Sektion wurden bei Proband 2 multiple Zusammenhangstrennungen in den dorsalen und kranialen Pansensäcken, eine hochgradig eitrig-nekrotisierende Ent-

zündung der Pansenwand und eine hochgradige Peritonitis mit etwa 40 Liter Pansensaft in der Bauchhöhle festgestellt.

Bei Proband 6 wurden in der Sektion eine hochgradig eitrig-jauchige Endometritis und eine ulzerative Abomasitis festgestellt.

Bei dem verendeten Tier aus der Akupunkturgruppe handelt es sich um Proband 75. Dieses wurde am Tag 3 nach der ersten Probenentnahme wegen hochgradig gestörtem Allgemeinbefinden euthanasiert. In der Sektion wurden eine hochgradige Labmagenanschoppung sowie eine hochgradige multifokale eitrig-ulzerative Abomasitis diagnostiziert.

Bei Proband 61 aus der Akupunkturgruppe konnten am Tag 3 keine ruminographischen Daten ermittelt werden, da die Kuh zum Messzeitpunkt festlag. Dieses Tier verendete nicht, sondern war am Tag 4 wieder stehfähig.

Aufgrund dieser Drop-outs konnten somit nur die Daten von 38 Tieren je Gruppe bei der statistischen Auswertung der Hauptzielparameter berücksichtigt werden. Gleiches gilt für die Auswertung der Nebenzielkriterien.

Zur statistischen Prüfung des Gruppen-, Behandlungs- und Zeiteinflusses wurde bei den Haupt- und Nebenzielkriterien eine dreifaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholungen bezüglich Tag sowie vor und nach der Behandlung, als prä/post bezeichnet, mit dem Programm BMDP7V durchgeführt.

Bei den Kriterien Gesamtwirkfläche, Wirkfläche der Signalkomplexe, mittlere Wirkfläche der Signalkomplexe,  $\beta$ -Hydroxybutyrat und absoluter Betrag des Base Excess wurde eine logarithmische Transformation der Daten wegen rechtsschiefer Verteilung durchgeführt.

Hierbei wurde bei den Ruminographiedaten der Wert 0 durch 0,5 Ns ersetzt.

Beim Base Excess wurde der absolute Betrag verwendet und dazu um den Wert 0 auszuschließen 0,1 mmol/l addiert.

Die Anzahl der Signalkomplexe wurde wurzeltransformiert.

Bei der Milchleistung wurden die Originaldaten verwendet.

Wegen fehlender Werte bei den als Drop-outs eingestuften Tieren wurde zusätzlich der Wald-Test durchgeführt. Der Wald-Test dient der Parameterschätzung und berechnet auf der Basis aller beobachteten Fälle den plausibelsten Wert der fehlenden Daten.

Zur statistischen Überprüfung der Akupunkturwirkung auf den Therapieerfolg wurde mittels des Programms Excel (MS-Excel Professional Edition 2003) ein Chi-Quadrat-Test mit den ursprünglichen Ruminographiedaten durchgeführt.

Zusätzlich wurde bei den Nebenzielkriterien  $\beta$ -Hydroxybutyrat und Basenabweichung eine zweifaktorielle Varianzanalyse mit dem Programm BMDP7V durchgeführt.

Bei der Bewertung der statistischen Signifikanzen wurde als Signifikanzniveau  $\alpha = 0,05$  zugrunde gelegt. Weiter wurde folgende Bezeichnung verwendet:

$p \leq 0,05$  statistisch signifikant

$p > 0,05$  nicht signifikant

## 4 Ergebnisse der eigenen Untersuchungen

Die Ergebnisse der eigenen Untersuchungen werden im Folgenden erläutert und dargestellt.

### 4.1 Angaben zu den Patienten

Wie der Abbildung 28 zu entnehmen ist, bestehen hinsichtlich Alter ( $p = 0,42$ ), Krankheitsdauer ( $p = 0,26$ ) und Auftreten der Verlagerung nach der Kalbung zwischen beiden Gruppen keine signifikanten Unterschiede. Die Angaben zur Krankheitsdauer sowie die Zeit seit der Kalbung wurden über den Landwirt erfragt. Bezüglich „Zeit nach der Kalbung“ wurden in der Akupunkturgruppe nur die Daten von 37 und in der Kontrollgruppe von 32 Tieren miteinbezogen, da in der Akupunkturgruppe drei und in der Kontrollgruppe acht Tiere bereits wieder tragend waren. Die arithmetischen Mittelwerte der Trächtigkeitsdauer dieser Tiere betrugen in der Akupunkturgruppe 2,33 ( $\pm 1,53$ ) und in der Kontrollgruppe 3,25 ( $\pm 1,98$ ) Monate.

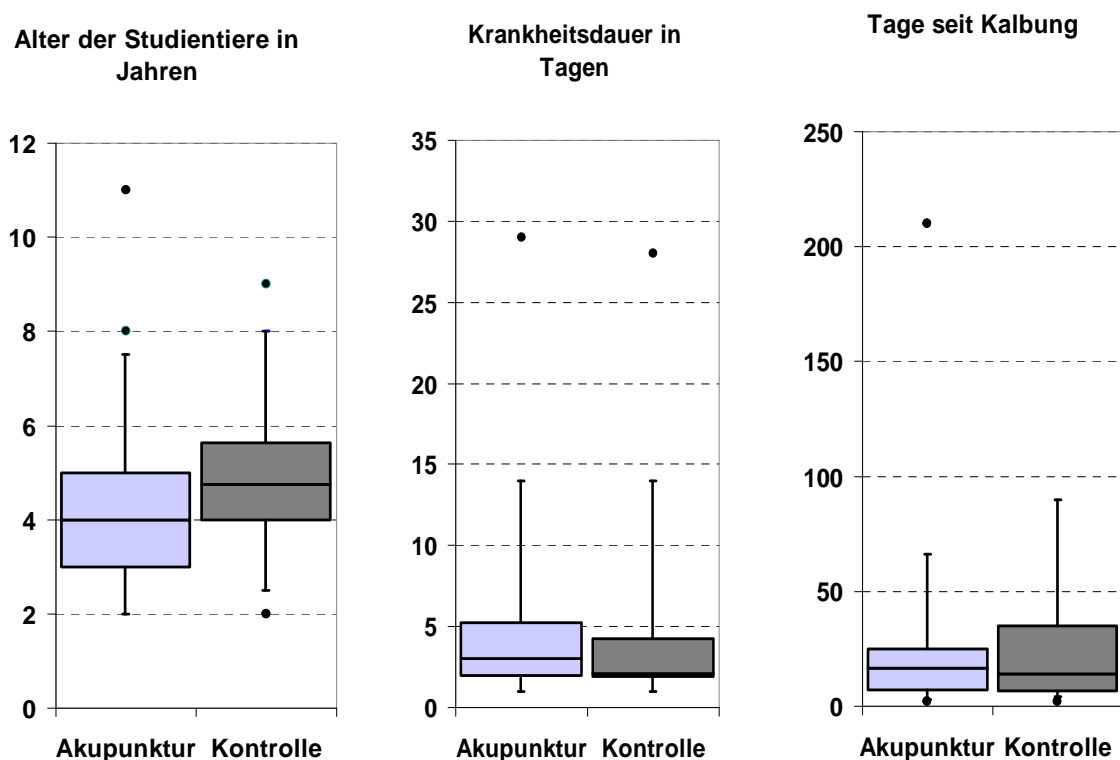


Abb. 28: Übersicht über das Alter der Patienten, die Krankheitsdauer und die Tage seit der Kalbung (Box- and Whisker-Plots).

Die Akupunkturgruppe bestand aus 36 Tieren der Rasse Deutsche Holsteins, Farbrichtungen schwarzbunt und rotbunt, die Kontrollgruppe aus 38 Tieren dieser Rasse. In beiden Gruppen befand sich je ein Rind der Rasse Deutsches Fleckvieh und Deutsches Rotvieh. Bei den restlichen Tieren der Akupunkturgruppe handelt es sich um Rotbuntes Niederungsrind und um eine Milchrinder-Kreuzung. Aus der nachfolgenden Tabelle 1 ist zu entnehmen, dass es auch hinsichtlich der klinischen und labordiagnostischen Parameter, die am Tag der Operation erhoben wurden keine signifikanten Gruppenunterschiede gab, abgesehen vom Natriumgehalt im Blut. Die Unterschiede in den Natriumwerten sind klinisch jedoch nicht relevant.

**Tab. 1: Klinische und labordiagnostische Parameter beider Gruppen am Tag der Operation. Angegeben sind die arithmetischen Mittelwerte und die Standardabweichung sowie der im Gruppenvergleich mit Kruskal-Wallis-Test errechnete p-Wert.**

Kriterium (Einheit)	Akupunkturgruppe n= 40 $\bar{x} \pm s$	Kontrollgruppe n= 40 $\bar{x} \pm s$	p-Wert
Body-Condition-Score	3,2 ± 0,3	3,2 ± 0,4	0,89
Körpertemperatur in °C	38,7 ± 0,5	38,6 ± 0,5	0,84
Herzfrequenz (ˆmin)	81 ± 21	83 ± 19	0,4
Atemfrequenz (ˆmin)	30 ± 11	33 ± 10	0,11
Gesamtbilirubin (µmol/l)	11,8 ± 7,4	10,7 ± 6,2	0,71
Harnstoff (mmol/l)	8,1 ± 6,5	9,3 ± 6,8	0,39
ionisiertes Calcium (mmol/l)	1,02 ± 0,17	1,03 ± 0,15	0,65
Kalium (mmol/l)	3,04 ± 0,49	3,13 ± 0,66	0,44
Natrium (mmol/l)	134 ± 4	136 ± 4	0,042
Chlorid (mmol/l)	90 ± 11	89 ± 10	0,68
Base Excess (mmol/l)	5 ± 7	6 ± 9	0,66
Hämatokrit (l/l)	0,35 ± 0,06	0,35 ± 0,06	0,96
β-Hydroxybutyrat (mmol/l)	0,78 ± 1,02	0,87 ± 1,4	0,63
LM-Drehung über 180° (n)	17	18	
Blättermagen-Beteiligung (n)	13	17	

## 4.2 Ergebnisse der Untersuchungen zur Validierung der ruminographischen Methode

Zur Validierung der ruminographischen Methode wurden bei zwei Probanden vergleichend gleichzeitig Messungen der intraruminalen Druckschwankungen mittels Venit-Graph® sowie Messungen zur Bewegung der äußeren Bauchwand mittels Ruminograph durchgeführt. In der Abbildung 29 sind beispielhaft Diagramme eines fünfminütigen Messabschnittes beider Methoden dargestellt.

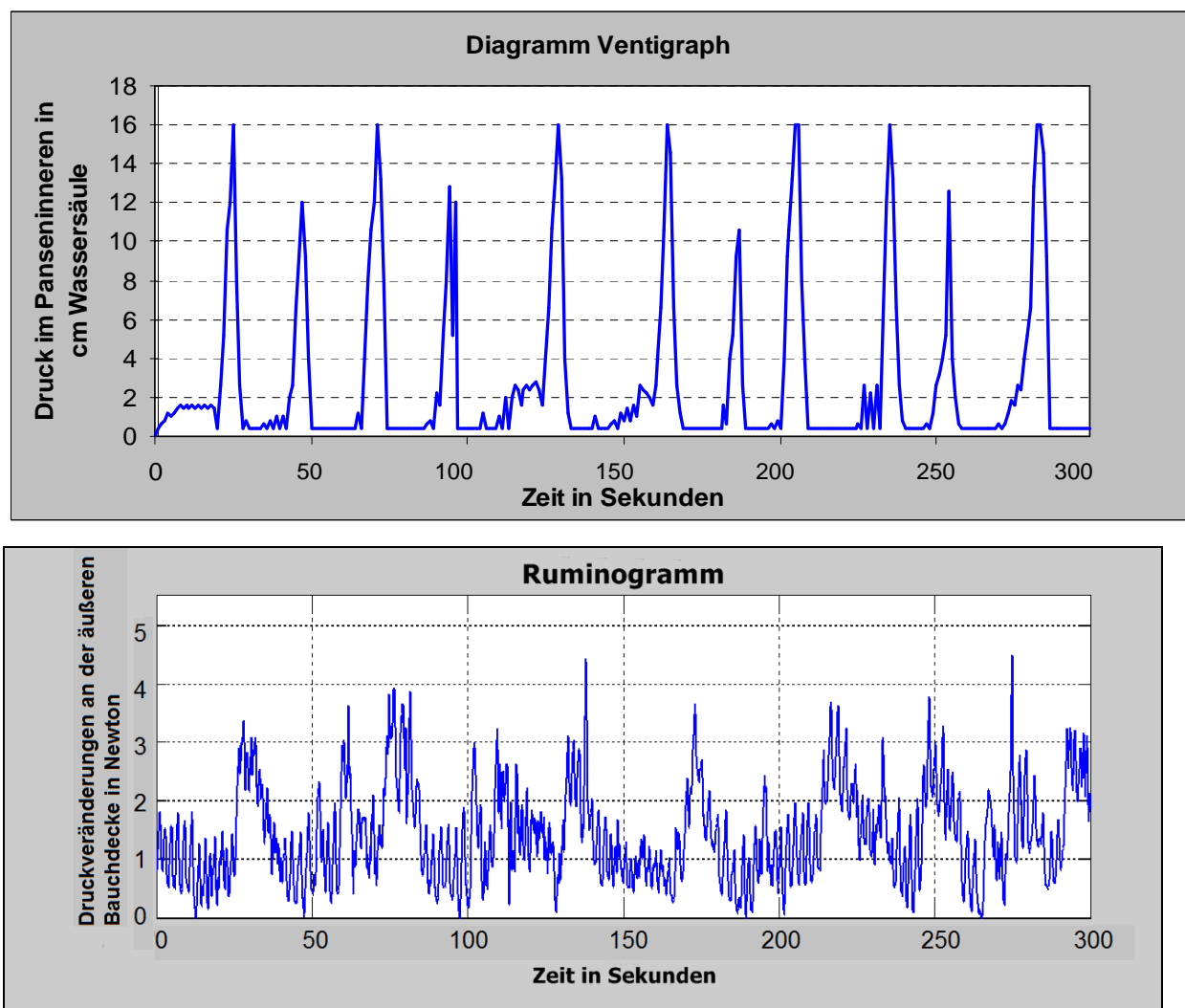


Abb. 29: Vergleich der Ergebnisse der beiden Messmethoden; Darstellungen einer fünfminütigen parallel durchgeführten Messung. Oben: Diagramm der durch den Venit-Graph® erfassten Druckschwankungen (in cm Wassersäule). Unten: Ruminogramm, erstellt mittels dem Programm „ruminow“ (in Newton).



An den Beispieldiagrammen ist ersichtlich, dass einige Sekunden nach Detektion der intraruminalen Druckschwankungen eine Druckveränderung an der äußeren Bauchdecke festgestellt werden konnte.

Zum Vergleich der beiden Methoden wurden insgesamt 64 Signalkomplexe aus sechs Messungen an den beiden Probanden verglichen. In den Vergleich wurden die zeitliche Dauer der einzelnen Signalkomplexe sowie die Werte der Maximalausschläge miteinbezogen. Im Mittel waren an der äußeren Bauchdecke die Veränderungen bei einem Signalkomplex geringgradig länger zu detektieren als die Druckschwankungen im Panseninneren. Hierzu wurde der Quotient, Dauer Signalkomplex Ruminograph zu Venit-Graph<sup>®</sup>, gebildet. Die Werte der einzelnen Messungen sind in Tabelle 2 dargestellt. Der geometrische Mittelwert aller Quotienten lag bei 1,19 Dauer Ruminograph/Dauer Ventigraph der Streufaktor bei 2,23.

Für jede Messung wurden die geometrischen Mittelwerte der Maximalausschläge der Signalkomplexe getrennt für beide Methoden berechnet (Tabelle 2). Um die Druckschwankungen im Panseninneren zu den Bewegungen über der äußeren Bauchdecke in Beziehung zu setzen, wurde für jeden Signalkomplex bzw. Maximalausschlag ein *Vergleichsfaktor* erstellt. Der *Vergleichsfaktor* stellt den Quotient der Werte des Venit-Graph<sup>®</sup> in cm Wassersäule und der entsprechenden Ruminographiedaten in Newton dar. Die Einheit der *Vergleichsfaktoren* ist somit cm Wassersäule/Newton. Er dient als Umrechnungsfaktor. Zur Verdeutlichung: *Vergleichsfaktor* multipliziert mit dem Wert, der durch den Ruminographen erfassten Kraft, ergibt den Wert des im Panseninneren geherrschten Druckes in cm Wassersäule. Für jede der sechs Messungen wurden geometrische Mittelwerte und die dazugehörigen Streufaktoren dieser zuvor für jeden Maximalausschlag errechneten *Vergleichsfaktoren* gebildet, diese sind in Tabelle 2 dargestellt. Die sechs Messungen teilen sich auf in vier Messungen der Kuh Estrumate, als MEE1 bis MEE4 bezeichnet, und zwei Messungen der Kuh Berta, als MEB1 und MEB2 bezeichnet.

Es wird deutlich, dass die *Vergleichsfaktoren* innerhalb einer Messung relativ geringe Streufaktoren aufweisen. Die geometrischen Mittelwerte der *Vergleichsfaktoren* liegen allerdings weit auseinander - zwischen 2,33 und 13,03 cm Wassersäule/Newton.

**Tab. 2: Übersicht über die geometrischen Mittelwerte ( $\bar{x}_g$ ) der Maximalausschläge der Signalkomplexe der ruminographischen Messungen (Newton), der ventigraphischen Messungen (cm Wassersäule), der Quotienten, Dauer Signalkomplex Ruminograph zu Venit-Graph®, und der geometrischen Mittelwerte ( $\bar{x}_g$ ) sowie der Streufaktoren (SF) der Vergleichsfaktoren der einzelnen Messungen (cm Wassersäule/ Newton)**

Datensatz	$\bar{x}_g$ Maxima Ruminograph in N	$\bar{x}_g$ Maxima Venti-graph® in cm WS	Dauer Ru- minograph/ Venti- graph®	$\bar{x}_g$ Vergleichs- faktor	SF Vergleichs- faktor
MEE1	1,78	4	0,91	2,33	1,49
MEE2	1,96	10,65	2,28	5,42	1,27
MEE3	1,77	21,92	2,22	12,42	1,68
MEE4	1,59	7,24	0,88	4,54	1,56
MEB1	2,28	22	1,32	9,66	1,37
MEB2	1,7	22	1,4	13,03	1,6

Aus diesen Ergebnissen wird deutlich, dass kein allgemein gültiger linearer *Vergleichsfaktor* an Hand dieser Messungen ermittelt werden kann. Es kann also nicht verallgemeinert werden, dass bei einem Druck von einem Newton auf den Drucksensor über der äußeren Bauchdecke, zur gleichen Zeit ein bestimmter Wert im Panseninneren herrschen würde. Die geometrischen Mittelwerte der Maximalausschläge der Signalkomplexe liegen bei den Daten des Ruminographen zwischen 1,59 und 2,28 N. Für den Venit-Graph® konnten geometrische Mittelwerte der Maxima von 4 bis 22 cm Wassersäule festgestellt werden.

## 4.3 Hauptzielkriterien

Als Hauptzielkriterien dieser kontrollierten klinischen Studie wurden folgende Parameter der Pansenmotorik festgelegt: Anzahl der Signalkomplexe, Gesamtwirkfläche, Gesamtwirkfläche der Signalkomplexe, mittlere Wirkfläche der Signalkomplexe. Die Hauptzielkriterien werden im Folgenden erläutert und dargestellt. Alle dargestellten Daten wurden mit dem Programm „ruminow“ ermittelt. Einzelheiten zu dem Programm, basierend auf dem Softwareprogramm MATLAB® (Math Works), sind im Kapitel Material und Methoden ausführlich beschrieben.

### 4.3.1 Anzahl der Signalkomplexe

Als Signalkomplexe werden energiereiche Signalabschnitte von ungefähr zehn Sekunden bezeichnet. Diese werden von zwei lokalen Minima begrenzt, zwischen denen sich ein lokales Maximum befindet; detektiert werden die Signalkomplexe durch das Programm „ruminow“.

Eine Übersicht der Anzahl der Signalkomplexe in dem Messzeitraum von 30 Minuten ist für die Akupunkturgruppe in Tabelle 3 und für die Kontrollgruppe in Tabelle 4 dargestellt. Der Messzeitpunkt „a“ liegt jeweils vor der Behandlung und der Messzeitpunkt „b“ nach der Behandlung.

In Abbildung 30 ist der Verlauf der Anzahl der Signalkomplexe an den beiden Versuchstagen dargestellt. Außerdem findet sich in Tabelle 5 eine Übersicht über die modifizierten Mittelwerte der Anzahl der Signalkomplexe nach vorausgegangener Wurzeltransformation und der dazu passenden modifizierte 1-s Bereiche nach vorausgegangener Wurzeltransformation.

**Tab. 3: Übersicht über die Verteilung der Anzahl der Signalkomplexe innerhalb von 30 Minuten in der Akupunkturgruppe (n = 38) an den Tagen 1 bzw. 3 a (vor der Behandlung) und 1 bzw. 3 b (nach der Behandlung)**

Zeitpunkt	Häufigkeit der Signalkomplexanzahl in 30 min				
Tag	keine	<15	15-45	>45	Summe
1a	3	12	13	10	38
1b	3	11	9	15	38
3a	1	8	13	16	38
3b	2	6	12	18	38
Summe	9	37	47	59	152

**Tab. 4: Übersicht über die Verteilung der Anzahl der Signalkomplexe in 30 Minuten der Kontrollgruppe (n = 38) an den Tagen 1 bzw. 3 a (vor der Behandlung) und 1 bzw. 3 b (nach der Behandlung)**

Zeitpunkt	Häufigkeit der Signalkomplexanzahl in 30 min				
Tag	keine	<15	15-45	>45	Summe
1a	2	14	15	7	38
1b	2	9	17	10	38
3a	0	10	12	16	38
3b	2	9	11	16	38
Summe	6	42	55	49	152

In der dreifaktoriellen Varianzanalyse zur statistischen Prüfung des Gruppen-, Behandlungs- und Zeiteinflusses konnte bei der Dreifachwechselwirkung kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Gruppenunabhängig wurde ein signifikanter Anstieg der Signalkomplexe von Tag 1 zu Tag 3 ( $p = 0,0002$ ) beobachtet. Ebenfalls in der gruppenunabhängigen Zweifachwechselwirkung zwischen Behandlungstag und vor bzw. nach der Behandlung wurde ein signifikanter Unterschied ( $p = 0,024$ ) ermittelt (Tabelle 6).

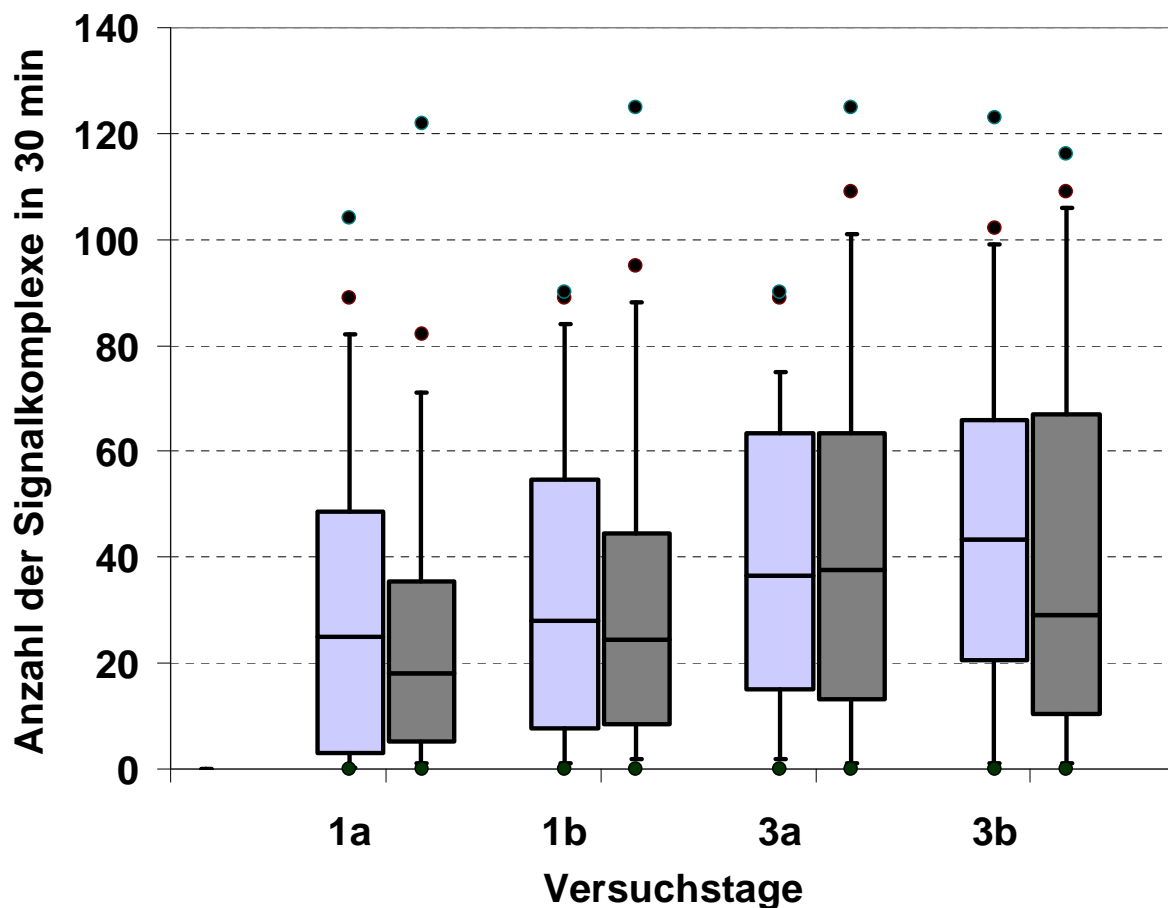
Wegen fehlender Werte wurde zusätzlich der Wald-Test durchgeführt, er lieferte vergleichbare Ergebnisse. Der Wald-Test dient der Parameterschätzung und berechnet auf der Basis aller vollständig beobachteten Fälle den plausibelsten Wert der fehlenden Daten.

**Tab. 5: Entwicklung der Signalkomplexe in Akupunktur- und Kontrollgruppe. Angegeben sind die modifizierten Mittelwert nach vorrausgegangener Wurzeltransformation ( $\bar{x}$  mod.) und der modifizierte 1-s Bereich nach vorrausgegangener Wurzeltransformation (1-s mod.)**

Zeitpunkt	Anzahl der Signalkomplexe in 30 Minuten			
	Akupunkturgruppe		Kontrollgruppe	
Tag	$\bar{x}$ mod.	1- s mod.	$\bar{x}$ mod.	1- s mod.
1a	21,7	2,9- 57,8	18,1	2,8- 46,6
1b	26,5	5,0- 64,9	26,7	5,7- 63,1
3a	33,7	9,2- 68,8	35,4	9,9- 76,7
3b	36,3	10,1- 78,5	29,9	5,6- 73,5

Tab. 6: Gruppen-, Behandlungs- und Zeiteinflüsse auf die Anzahl der Signalkomplexe. Übersicht über die p-Werte der dreifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholungen bezüglich Tag und prä/post Behandlung. Es wurden die Anzahl der Signalkomplexe in 30 Minuten nach vorausgegangener Wurzeltransformation mit dem Programm BMDP7V berechnet.

Anzahl der Signalkomplexe in 30 Minuten						
Haupteffekt (p-Wert)			Zweifachwechselwirkung (p-Wert)			Dreifachwechselwirkung (p-Wert)
Gruppe	Tag	prä/post	Gruppe x Tag	Gruppe x prä/post	Tag x prä/post	Gruppe x Tag x prä/post
0,65	<b>0,0002</b>	0,065	0,67	0,51	<b>0,024</b>	0,068



■ Akupunkturgruppe  
■ Kontrollgruppe

Abb. 30: Vergleich zwischen Akupunktur- und Kontrollgruppe bezüglich der Anzahl der Signalkomplexe in 30 min (n = 38 je Gruppe) während der Versuchstage 1 und 3, jeweils vor und nach der Intervention (Box- and Whisker-Plots)

Eine 30 %ige Steigerung wurde als Therapieerfolg festgelegt. Die Anzahl der Tiere, bei denen die Zahl der detektierten Signalkomplexe an Tag 1b um 30 % höher war als an Tag 1a, betrug in der Akupunkturgruppe 14 und in der Kontrollgruppe 22 (n = 38 je Gruppe). Im Chi-Quadrat-Test wurde ein kein signifikanter Gruppenunterschied gefunden (p = 0,066). Eine Übersicht wird in Tabelle 7 gegeben.

Die Anzahl der Tiere, bei denen die Zahl der detektierten Signalkomplexe an Tag 3b um 30 % höher war als an Tag 3a, betrug in der Akupunkturgruppe elf und in der Kontrollgruppe zehn (n = 38 je Gruppe). Im Chi-Quadrat-Test wurde kein signifikanter Gruppenunterschied gefunden (p = 0,8).

**Tab. 7: Vergleich zwischen Akupunktur- und Kontrollgruppe hinsichtlich der Zahl der Tiere, bei denen die Anzahl der Signalkomplexe von Tag 1 bzw. 3a (vor der Behandlung) zu Tag 1 bzw. 3b (nach der Behandlung) eine Steigerung um 30 % erfuhr. Angegeben werden die im Chi-Quadrat-Test nach Gruppenzugehörigkeit errechneten p-Werte sowie das relative Risiko und das dazugehörige Konfidenzintervall**

Zahl der Tiere mit Veränderung der Anzahl Signalkomplexe					
Tag 1	Akupunktur	Kontrolle	p-Wert	rel. Risiko	Konf. Int.
30 % Steigerung	14	22	0,066	0,64	0,39-1,05
Tag 3					
30 % Steigerung	11	10	0,8	1,1	0,53 -2,28

#### 4.3.2 Gesamtwirkfläche

Als Gesamtwirkfläche werden alle Kraftstöße von dem einen als dominant ausgewählten Kanal in 30 Minuten bezeichnet. Die Ermittlung erfolgt ohne jegliche Filterung durch das Programm „ruminow“. Die Gesamtwirkfläche wird in Newton x Sekunde angegeben.

Zur statistischen Auswertung wurden die Werte der Gesamtwirkflächen nach vorausgegangener logarithmischer Transformation berücksichtigt. Eine Übersicht der geometrischen Mittelwerte sowie der dazugehörigen Streufaktoren der Werte der Gesamtwirkflächen im Messzeitraum von 30 Minuten finden sich in Tabelle 8. Die Daten sind getrennt aufgelistet nach Zugehörigkeit zu Akupunktur- und Kontrollgruppe sowie für die beiden Behandlungstage. In Abbildung 31 ist der Verlauf der Gesamtwirkfläche an den beiden Versuchstagen dargestellt.

In der dreifaktoriellen Varianzanalyse zur statistischen Prüfung des Gruppen-, Behandlungs- und Zeiteinflusses konnte bei der Dreifachwechselwirkung kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Gruppenunabhängig wurde ein signifikanter Anstieg der Gesamtwirkfläche von Tag 1 zu Tag 3 ( $p = 0,00043$ ) beobachtet (s. Tabelle 9).

Wegen fehlender Werte wurde zusätzlich der Wald-Test durchgeführt, er lieferte vergleichbare Ergebnisse.

**Tab. 8: Vergleich zwischen Akupunktur- und Kontrollgruppe hinsichtlich der Entwicklung der Gesamtwirkfläche. Angegeben sind die geometrischen Mittelwerte ( $\bar{x}_g$ ) und die Streufaktoren (SF)**

Zeitpunkt	Gesamtwirkfläche der 30 Minuten in Ns			
	Akupunkturgruppe		Kontrollgruppe	
Tag	$\bar{x}_g$	SF	$\bar{x}_g$	SF
1a	125,4	3,3	104,1	3,1
1b	109,8	4,9	123,6	4,4
3a	163,7	2,5	191,3	2,8
3b	153,4	4,5	157,5	4,6

**Tab. 9: Gruppen-, Behandlungs- und Zeiteinflüsse auf die Gesamtwirkfläche. Übersicht über die p-Werte der dreifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholungen bezüglich Tag und prä/post Behandlung. Es wurden die Werte der Gesamtwirkflächen in 30 Minuten in Ns nach vorrausgegangener logarithmischer Transformation mit dem Programm BMDP7V berücksichtigt.**

Gesamtwirkfläche der 30 Minuten in Ns						
Haupteffekt (p-Wert)			Zweifachwechselwirkung (p-Wert)			Dreifachwechselwirkung (p-Wert)
Gruppe	Tag	prä/post	Gruppe x Tag	Gruppe x prä/post	Tag x prä/post	Gruppe x Tag x prä/post
0,96	<b>0,0043</b>	0,5	0,54	0,61	0,33	0,31

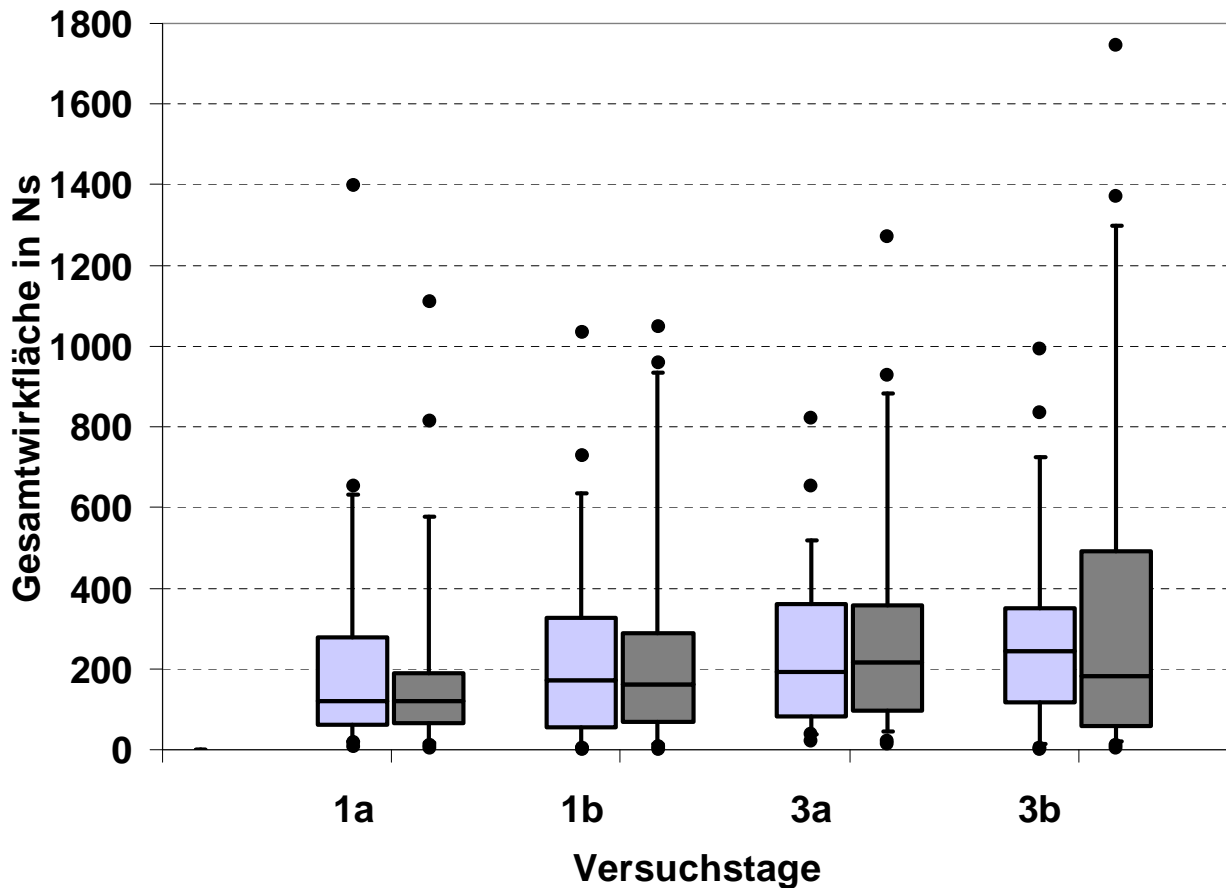
Die Anzahl der Tiere, bei denen die Gesamtwirkfläche an Tag 1b um 30 % höher war als an Tag 1a, betrug in der Akupunkturgruppe zwölf und in der Kontrollgruppe 20 ( $n = 38$  je Gruppe). Im Chi-Quadrat-Test wurde kein signifikanter Gruppenunterschied gefunden ( $p = 0,063$ ). Eine Übersicht wird in Tabelle 10 gegeben.

Die Anzahl der Tiere, bei denen die Gesamtwirkfläche an Tag 3b um 30 % höher war als an Tag 3a, betrug in der Akupunkturgruppe 13 und in der Kontrollgruppe zehn ( $n = 38$  je Gruppe). Im Chi-Quadrat-Test wurde kein signifikanter Gruppenunterschied gefunden ( $p = 0,45$ ).

**Tab. 10: Vergleich zwischen Akupunktur- und Kontrollgruppe hinsichtlich der Zahl der Tiere bei denen die Gesamtwirkfläche von Tag 1 bzw. 3a (vor der Behandlung) zu Tag 1 bzw. 3b (nach der Behandlung) eine Steigerung um 30 % erfuhr. Angegeben sind die im Chi-Quadrat-Test nach Gruppenzugehörigkeit errechneten p-Werte sowie das relative Risiko und das dazugehörige Konfidenzintervall**

Zahl der Tiere mit Veränderung der Gesamtwirkfläche					
Tag 1	Akupunktur	Kontrolle	p-Wert	rel. Risiko	Konf. Int.
30% Steigerung	12	20	0,063	0,6	0,34-1,05
Tag 3					
30% Steigerung	13	10	0,45	1,3	0,65- 2,59





■ Akupunkturgruppe  
■ Kontrollgruppe

**Abb. 31: Entwicklung der Gesamtwirkfläche (Ns) in Akupunktur- und Kontrollgruppe, bezogen auf die 30-Minuten-Messintervalle während der Versuchstage 1 und 3, jeweils vor und nach der Intervention (Box- und Whisker-Plots)**

#### 4.3.3 Gesamtwirkflächen der Signalkomplexe

Zur Gesamtwirkfläche der Signalkomplexe werden alle Wirkflächen der durch das Programm „ruminow“ detektierten Signalkomplexe des als dominant bezeichneten Kanals in 30 Minuten ermittelt und zusammengefasst.

Zur statistischen Auswertung wurden die Werte der Gesamtwirkflächen der Signalkomplexe nach vorausgegangener logarithmischer Transformation berücksichtigt. Eine Übersicht der geometrischen Mittelwerte sowie der dazugehörigen Streufaktoren der Gesamtwirkflächen der Signalkomplexe in dem Messzeitraum von 30 Minuten finden sich in Tabelle 11. Die Daten sind getrennt aufgelistet nach Zugehörigkeit zu Akupunktur- und Kontrollgruppe sowie für die beiden Behandlungstage. In Abbil-

dung 32 ist der Verlauf der Gesamtwirkfläche der Signalkomplexe an den beiden Versuchstagen dargestellt. In der dreifaktoriellen Varianzanalyse zur statistischen Prüfung des Gruppen-, Behandlungs- und Zeiteinflusses konnte bei der Dreifachwechselwirkung kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Gruppenunabhängig wurde ein signifikanter Anstieg der Gesamtwirkfläche der Signalkomplexe von Tag 1 zu Tag 3 ( $p = 0,0017$ ) beobachtet (Tabelle 12).

Wegen fehlender Werte wurde zusätzlich der Wald-Test durchgeführt, er lieferte vergleichbare Ergebnisse.

**Tab. 11: Vergleich zwischen Akupunktur- und Kontrollgruppe hinsichtlich der Entwicklung der Gesamtwirkfläche der Signalkomplexe. Angegeben sind die geometrischen Mittelwerte ( $\bar{x}_g$ ) und die Streufaktoren (SF)**

Zeitpunkt	Gesamtwirkfläche der Signalkomplexe in Ns			
	Akupunkturgruppe		Kontrollgruppe	
Tag	$\bar{x}_g$	SF	$\bar{x}_g$	SF
1a	43	8,7	34,5	7,4
1b	53,1	7,8	64,6	6,4
3a	75	5,5	93,5	5,3
3b	91,2	6,7	79	9,5

**Tab. 12: Gruppen-, Behandlungs- und Zeiteinflüsse auf die Gesamtwirkfläche der Signalkomplexe. Übersicht über die p-Werte der dreifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholungen bezüglich Tag und prä/post Behandlung. Es wurden die Werte der Gesamtwirkflächen der Signalkomplexe in 30 Minuten in Ns nach vorrausgegangener logarithmischer Transformation mit dem Programm BMDP7V berücksichtigt.**

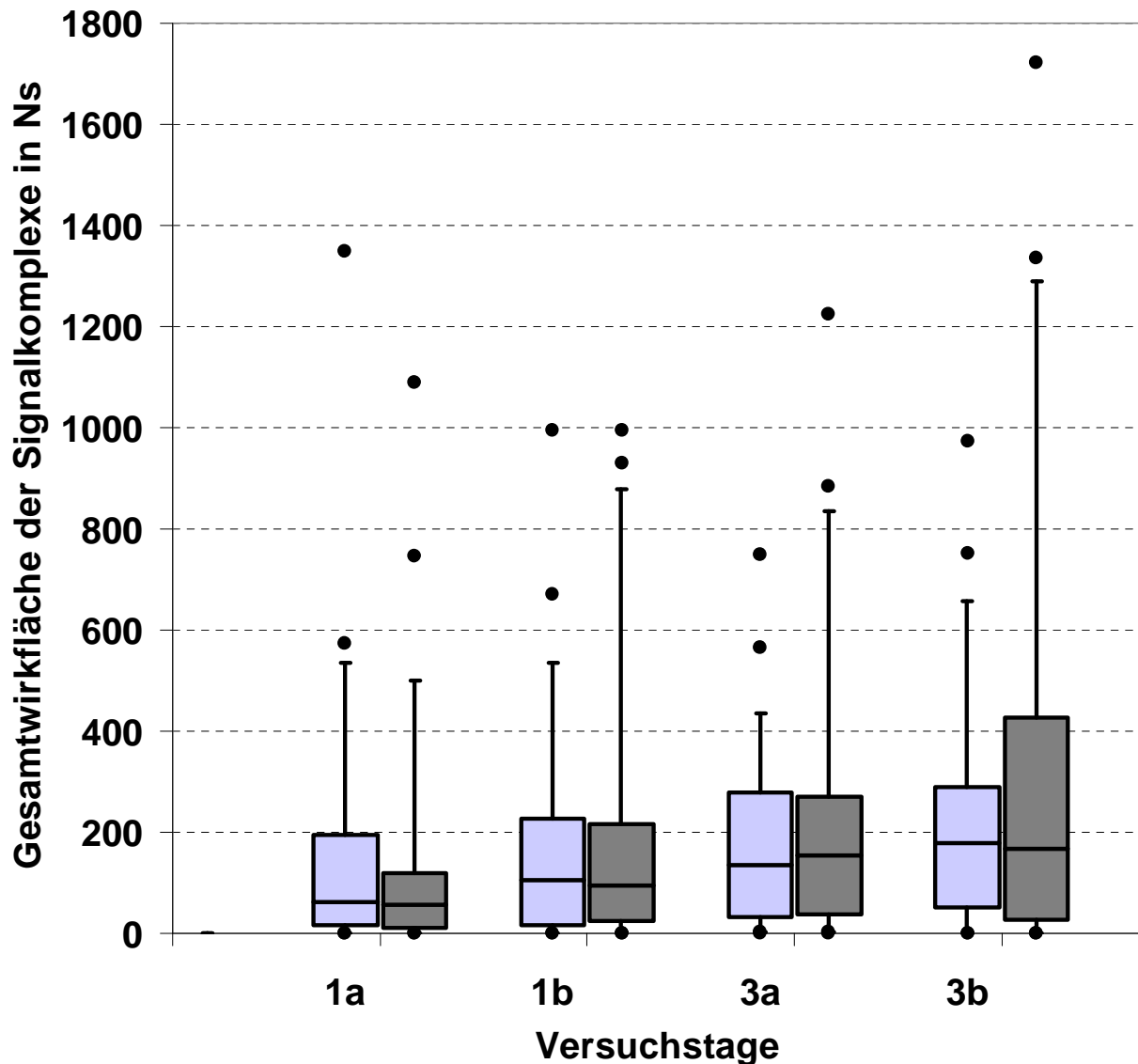
Gesamtwirkfläche der Signalkomplexe in Ns						
Haupteffekt (p-Wert)			Zweifachwechselwirkung (p-Wert)			Dreifachwechselwirkung (p-Wert)
Gruppe	Tag	prä/post	Gruppe x Tag	Gruppe x prä/post	Tag x prä/post	Gruppe x Tag x prä/post
0,89	<b>0,0017</b>	0,13	0,64	0,93	0,14	0,15

Die Anzahl der Tiere, bei denen die Gesamtwirkfläche der Signalkomplexe an Tag 1b um 30 % höher war als an Tag 1a, betrug in der Akupunkturgruppe 14 und in der Kontrollgruppe 22 ( $n = 38$  je Gruppe). Im Chi-Quadrat-Test wurde kein signifikanter Gruppenunterschied gefunden ( $p = 0,066$ ). Eine Übersicht findet sich in Tabelle 13.

Die Anzahl der Tiere, bei denen die Gesamtwirkfläche der Signalkomplexe an Tag 3b um 30 % höher war als an Tag 3a, betrug in der Akupunkturgruppe 16 und in der Kontrollgruppe 19 (n = 38 je Gruppe); hier wurden ebenso keine signifikanten Gruppenunterschiede festgestellt ( $p = 0,49$ ).

**Tab. 13: Vergleich zwischen Akupunktur- und Kontrollgruppe hinsichtlich der Zahl der Tiere bei denen die Gesamtwirkfläche der Signalkomplexe von Tag 1 bzw. 3a (vor der Behandlung) zu Tag 1 bzw. 3b (nach der Behandlung) eine Steigerung um 30 % erfuhr. Angegeben werden die im Chi-Quadrat-Test nach Gruppenzugehörigkeit errechneten p-Werte sowie das relative Risiko und das dazugehörige Konfidenzintervall**

Zahl der Tiere mit Veränderung der Gesamtwirkfläche der Signalkomplexe					
Tag 1	Akupunktur	Kontrolle	p-Wert	rel. Risiko	Konf. Int.
30% Steigerung	14	22	0,066	0,64	0,39-1,05
Tag 3					
30% Steigerung	16	19	0,49	0,84	0,52- 1,37



■ Akupunkturgruppe  
■ Kontrollgruppe

**Abb. 32:** Entwicklung der Gesamtwirkfläche der Signalkomplexe (Ns) in Akupunktur- und Kontrollgruppe, bezogen auf die 30-Minuten-Messintervallen während der Versuchstage 1 und 3, jeweils vor und nach der Intervention (Box- and Whisker-Plots)

#### 4.3.4 Mittlere Wirkfläche der Signalkomplexe

Als mittlere Wirkfläche der Signalkomplexe wird durch die Programm-Funktion „ruminostatSK“ der arithmetische Mittelwert der Wirkflächen aller durch das Programm „ruminow“ detektierten Signalkomplexe des als dominant bezeichneten Kanals in 30 Minuten ermittelt. Die mittlere Wirkfläche der Signalkomplexe dient als Kenngröße ei-

nes einzelnen Signalkomplexes und kann als Fläche unter einem durchschnittlichen Signalkomplex gesehen werden.

Zur statistischen Auswertung wurden die Werte der mittleren Wirkfläche der Signalkomplexe nach vorrausgegangener logarithmischer Transformation berücksichtigt. Eine Übersicht der geometrischen Mittelwerte sowie der dazugehörigen Streufaktoren der mittleren Wirkfläche der Signalkomplexe in dem Messzeitraum von 30 Minuten finden sich in Tabelle 14. Die Daten sind getrennt aufgelistet nach Zugehörigkeit zu Akupunktur- und Kontrollgruppe sowie für die beiden Behandlungstage.

In der dreifaktoriellen Varianzanalyse zur statistischen Prüfung des Gruppen-, Behandlungs- und Zeiteinflusses konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden (Tabelle 15).

Wegen fehlender Werte wurde zusätzlich der Wald-Test durchgeführt, er lieferte vergleichbare Ergebnisse.

**Tab. 14: Vergleich zwischen Akupunktur- und Kontrollgruppe hinsichtlich der Entwicklung der mittleren Wirkfläche der Signalkomplexe. Angegeben sind die geometrischen Mittelwerte ( $\bar{x}_g$ ) und die Streufaktoren (SF)**

Zeitpunkt	Mittlere Wirkfläche der Signalkomplexe			
	Akupunkturgruppe		Kontrollgruppe	
Tag	$\bar{x}_g$	SF	$\bar{x}_g$	SF
1a	3,2	2,3	2,7	2,1
1b	2,9	2,1	3,4	2,1
3a	3,1	1,9	3,7	1,7
3b	3,4	2	3,7	2,5

**Tab. 15: Gruppen-, Behandlungs- und Zeiteinflüsse auf die mittlere Wirkfläche der Signalkomplexe. Übersicht über die p-Werte der dreifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholungen bezüglich Tag und prä/post Behandlung. Es wurden die Werte der mittleren Wirkfläche der Signalkomplexe in 30 Minuten in Ns nach vorrausgegangener logarithmischer Transformation mit dem Programm BMDP7V berücksichtigt.**

Mittlere Wirkfläche der Signalkomplexe						
Haupteffekt (p-Wert)			Zweifachwechselwirkung (p-Wert)			Dreifachwechselwirkung (p-Wert)
Gruppe	Tag	prä/post	Gruppe x Tag	Gruppe x prä/post	Tag x prä/post	Gruppe x Tag x prä/post
0,79	0,056	0,38	0,17	0,42	0,88	0,2

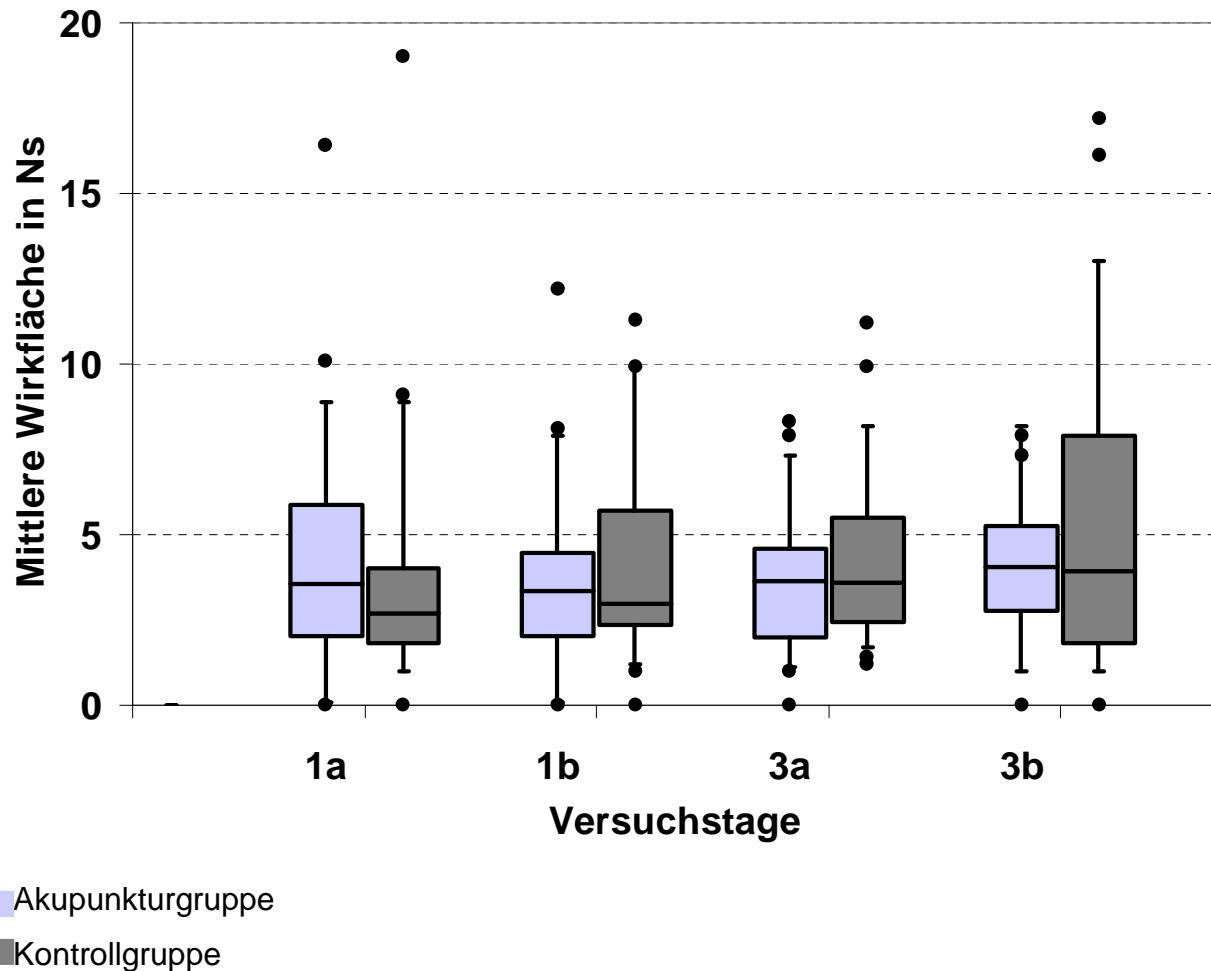
Die Anzahl der Tiere, bei denen die mittlere Wirkfläche an Tag 1b um 30 % höher war als an Tag 1a, betrug in der Akupunkturgruppe zehn und in der Kontrollgruppe 17 (n = 38 je Gruppe). Im Chi-Quadrat-Test wurde kein signifikanter Gruppenunterschied gefunden (p = 0,093). Eine Übersicht findet sich in Tabelle 16.

Die Anzahl der Tiere, bei denen die mittlere Wirkfläche der detektierten Signalkomplexe an Tag 3b um 30 % höher war als an Tag 3a, betrug in der Akupunkturgruppe elf und in der Kontrollgruppe 14 (n = 38 je Gruppe). Im Chi-Quadrat-Test wurde kein signifikanter Gruppenunterschied gefunden (p = 0,46).

**Tab. 16: Vergleich zwischen Akupunktur- und Kontrollgruppe hinsichtlich der Zahl der Tiere, bei denen die mittlere Wirkfläche der Signalkomplexe von Tag 1 bzw. 3a (vor der Behandlung) zu Tag 1 bzw. 3b (nach der Behandlung) eine Steigerung um 30 % erfuhr. Angegeben werden die im Chi-Quadrat-Test nach Gruppenzugehörigkeit errechneten p-Werte sowie das relative Risiko und das dazugehörige Konfidenzintervall**

Zahl der Tiere mit Veränderung der mittleren Wirkfläche der Signalkomplexe					
Tag 1	Akupunktur	Kontrolle	p-Wert	rel. Risiko	Konf. Int.
30% Steigerung	10	17	0,093	0,59	0,31-1,05
Tag 3					
30% Steigerung	11	14	0,46	0,79	0,41- 1,52

In Abbildung 33 ist der Verlauf der mittleren Wirkfläche der Signalkomplexe an den beiden Versuchstagen dargestellt.



**Abb. 33: Vergleich zwischen Akupunktur- und Kontrollgruppe bezüglich der mittleren Wirkfläche der Signalkomplexe (Ns) in den 30- Minuten-Messintervallen während der Versuchstage 1 und 3, jeweils vor und nach der Intervention (Box- and Whisker-Plots)**

## 4.4 Nebenzielkriterien

Im Folgenden werden die drei Nebenzielkriterien Base Excess,  $\beta$ -Hydroxybutyrat und Milchleistung erläutert und die Messwerte dargestellt.

### 4.4.1 Base Excess

Bei der Berechnung der Basenabweichung wurde der absolute Betrag des Base Excess berücksichtigt. Der Normalwert des Base Excess liegt bei 0 mmol/l, sein Referenzbereich reicht von -3 bis +3 mmol/l (Stöber u. Gründer 1990). Um sowohl negative als auch positive Basenabweichungen zu berücksichtigen, wurde der Abstand des Base Excess zur Null verwendet. Man erhält ihn durch Weglassen der negativen

Vorzeichen. Die Daten wurden durch Blutuntersuchungen am Tag der Operation (Tag 0), an den Tagen der Behandlung jeweils um 8.00 Uhr (Tag 1a bzw. 3a) und um 11 Uhr (Tag 1b bzw. 3b) sowie an den anderen Studientagen um 8 Uhr (Tag 2 und 4) bestimmt. Die Entwicklung dieses Parameters ist in den nachfolgenden Tabellen 17 bis 19 sowie in der Abbildung 34 dargestellt.

**Tab. 17: Vergleich zwischen Akupunktur- und Kontrollgruppe hinsichtlich der Entwicklung des Betrags der Basenabweichung (mmol/l). Angegeben sind die geometrischen Mittelwerte ( $\bar{x}_g$ ) und die Streufaktoren (SF).**

Zeitpunkt	Betrag Base Excess			
	Akupunkturgruppe		Kontrollgruppe	
Tag	$\bar{x}_g$	SF	$\bar{x}_g$	SF
0	3,9	3,2	4	3,7
1a	3	3,6	4,4	2,2
1b	4,1	2,2	3,4	2,8
2	3,9	1,8	3,1	2,7
3a	3,3	2,5	3,1	2,3
3b	3,7	2	3,2	2,6
4	4	2,1	3,6	2,5

Zur statistischen Auswertung wurde die Werte des Betrags des Base Excess nach vorrausgegangener logarithmischer Transformation berücksichtigt. In der dreifaktoriellen Varianzanalyse zur statistischen Prüfung des Gruppen-, Behandlungs- und Zeiteinflusses konnte ein signifikanter Unterschied in der Zweifachwechselwirkung Gruppe und prä/post Behandlung festgestellt werden ( $p = 0,012$ ). Dieser signifikante Unterschiede wurde ebenso in der Dreifachwechselwirkung bestätigt ( $p = 0,034$ ) (Tabelle 18). Der geometrische Mittelwert des Betrags des Base Excess stieg in der Akupunkturgruppe am Tag 1 von 3 mmol/l vor der Behandlung auf 4,1 mmol/l nach der Behandlung. Wohingegen der geometrische Mittelwert der Kontrollgruppe am Tag 1 von 4,4 mmol/l vor der Behandlung auf 3,4 mmol/l nach der Behandlung sank. Auch am Tag 3 stieg der Betrag des Base Excess von vor zu nach der Behandlung leicht an von 3,3 zu 3,7 mmol/l, während sich der Wert in der Kontrollgruppe nur um 0,1 auf 3,2 mmol/l erhöhte. Bei den Entwicklungen ist zu berücksichtigen, dass alle Werte nur geringfügig außerhalb der Basenabweichung von 3 mmol/l lagen. Wegen fehlender Werte wurde zusätzlich der Wald-Test durchgeführt, er lieferte vergleichbare Ergebnisse.



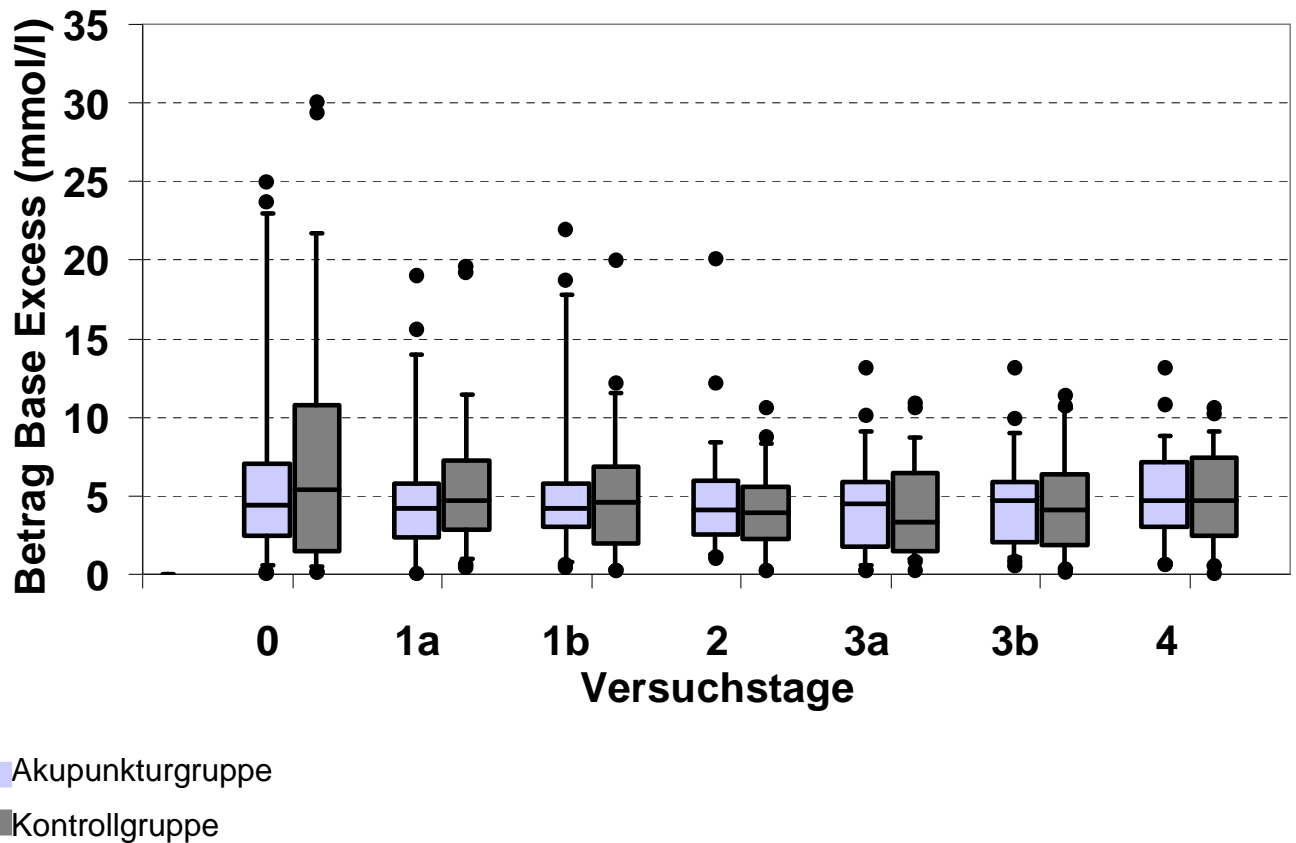
In der zweifaktoriellen Varianzanalyse zur statistischen Prüfung des Gruppenunterschiedes über alle Studientage konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden.

**Tab. 18: Gruppen-, Behandlungs- und Zeiteinflüsse auf den Betrag des Base Excess. Übersicht über die p-Werte der dreifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholungen bezüglich Tag und prä/post Behandlung. Es wurden die Werte des Betrags des Base Excess nach vorrausgegangener logarithmischer Transformation von Messzeitpunkten Tag 1a und b sowie Tag 3 a und b mit dem Programm BMDP7V berücksichtigt**

Betrag Base Excess						
Haupteffekt (p-Wert)			Zweifachwechselwirkung (p-Wert)			Dreifachwechselwirkung (p-Wert)
Gruppe	Tag	prä/post	Gruppe x Tag	Gruppe x prä/post	Tag x prä/post	Gruppe x Tag x prä/post
0,97	0,6	0,34	0,51	<b>0,012</b>	0,59	<b>0,034</b>

**Tab. 19: Übersicht über die p-Werte der zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholungen bezüglich Tag. Es wurden die Werte des Betrags des Base Excess nach vorrausgegangener logarithmischer Transformation von den Messzeitpunkten Tag 0, Tag 1a, Tag 2, Tag 3a, Tag 4 mit dem Programm BMDP7V berücksichtigt**

Betrag Base Excess			
Einbezogene Zeitpunkte	Haupteffekt (p-Wert)		Wechselwirkung (p-Wert)
	Gruppe	Tag	Gruppe x Tag
0, 1a, 2, 3a, 4	1	0,63	0,32



**Abb. 34 : Vergleich zwischen Akupunktur- und Kontrollgruppe hinsichtlich der Entwicklung des Betrags der Basenabweichung (mmol/l) in beiden Gruppen am Tag der Operation und während der vier Versuchstage (Box- and Whisker-Plots)**

#### 4.4.2 $\beta$ -Hydroxybutyrat

Die Entwicklung dieses Parameters ist in den nachfolgenden Tabellen 20 bis 22 sowie in der Abbildung 35 dargestellt. Die Daten wurden durch Blutuntersuchungen am Tag der Operation (Tag 0), an den Tagen der Behandlung jeweils um 8.00 Uhr (Tag 1a bzw. 3a) und um 11 Uhr (Tag 1b bzw. 3b) sowie an den anderen Studientagen um 8 Uhr (Tag 2 und 4) bestimmt. Zur statistischen Auswertung wurden die Werte nach vorausgegangener logarithmischer Transformation berücksichtigt.

Der geometrische Mittelwert der  $\beta$ -Hydroxybutyrat-Konzentration lag vor der Operation sowie während der vier Versuchstage in beiden Gruppen unterhalb der Schwelle von 1,0 mmol/l und damit innerhalb des Referenzbereiches. In beiden Gruppen konnte zunächst ein Anstieg des geometrischen Mittelwerts von Tag 0 (Akupunkturgruppe 0,48 mmol/l und Kontrollgruppe 0,49 mmol/l) zu Tag 1a (Akupunkturgruppe 0,64 mmol/l und Kontrollgruppe 0,62 mmol/l) beobachtet werden.

Die  $\beta$ -Hydroxybutyrat-Konzentration sanken jeweils zu den Messzeitpunkten b, also um 11 Uhr an Tag 1 und Tag 3 in beiden Gruppen im Vergleich zu den jeweiligen ersten Messungen an dem betreffenden Tag um 8 Uhr. In der dreifaktoriellen Varianzanalyse zur statistischen Prüfung des Gruppen-, Behandlungs- und Zeiteinflusses konnte diese Beobachtung bestätigt werden. Es wurde ein gruppenunabhängiger signifikanter Unterschied im Haupteffekt prä/post Behandlung ( $p = 0,0016$ ) festgestellt. In der Drei- bzw. Zweifachwechselwirkung wurde kein signifikanter Unterschied festgestellt.

Wegen fehlender Werte wurde zusätzlich der Wald-Test durchgeführt, er lieferte vergleichbare Ergebnisse.

In der zweifaktoriellen Varianzanalyse zur statistischen Prüfung des Gruppenunterschiedes über alle Studientage konnte ein signifikanter Unterschied im Haupteffekt Tag festgestellt werden ( $p = 0,014$ ). In der gruppenabhängigen Wechselwirkung wurde kein statistisch signifikanter Unterschied festgestellt.

**Tab.20: Vergleich zwischen Akupunktur- und Kontrollgruppe hinsichtlich der Entwicklung der  $\beta$ -Hydroxybutyrat-Konzentration (mmol/l). Angegeben sind geometrischer Mittelwert ( $\bar{x}_g$ ) und Streufaktor (SF).**

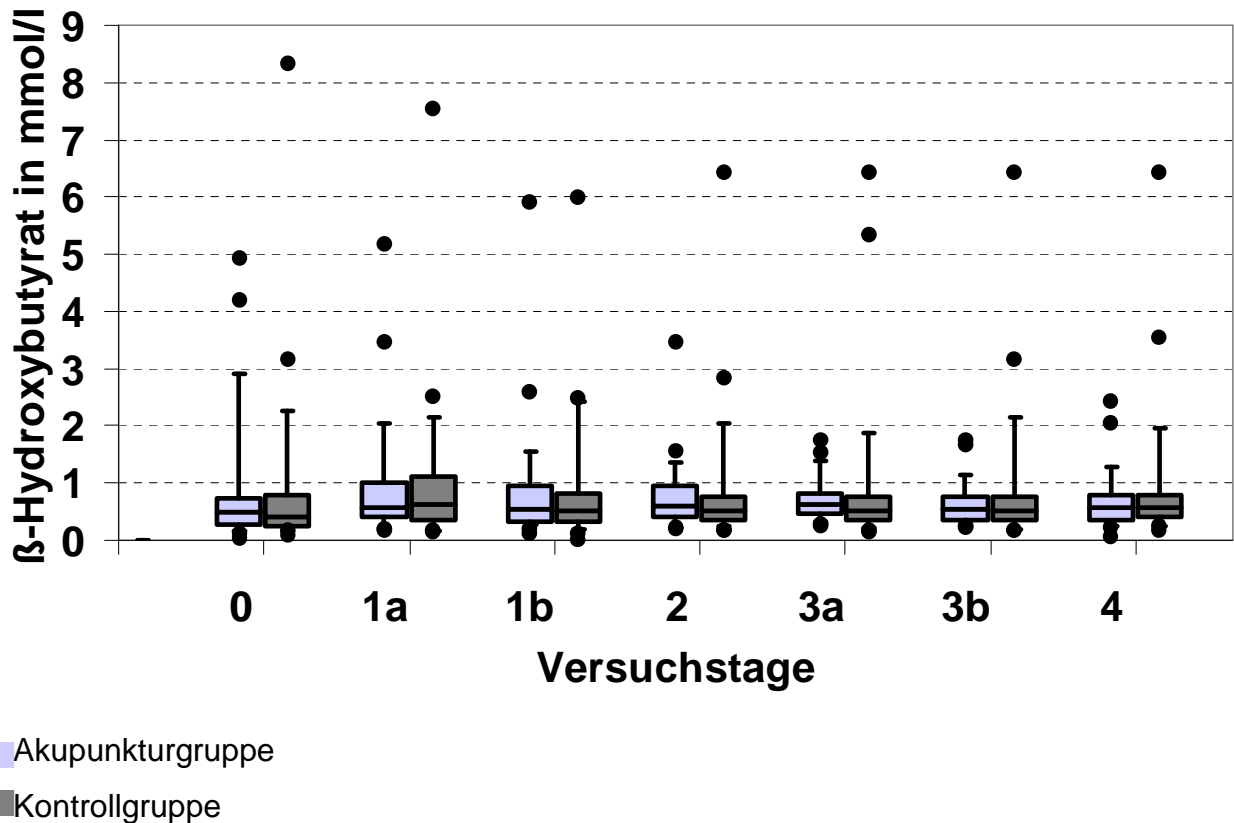
Zeitpunkt	$\beta$ -Hydroxybutyrat			
	Akupunkturgruppe		Kontrollgruppe	
Tag	$\bar{x}_g$	SF	$\bar{x}_g$	SF
0	0,48	2,7	0,49	2,6
1a	0,64	2,1	0,62	2,4
1b	0,59	2,1	0,52	2,8
2	0,62	1,9	0,58	2,1
3a	0,63	1,6	0,56	2
3b	0,53	1,7	0,52	1,9
4	0,55	2	0,6	1,7

Tab. 21: Gruppen-, Behandlungs- und Zeiteinflüsse auf die  $\beta$ -Hydroxybutyrat-Konzentrationen. Übersicht über die p-Werte der dreifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholungen bezüglich Tag und prä/post Behandlung. Es wurden die  $\beta$ -Hydroxybutyrat-Konzentrationen (mmol/l) nach vorausgegangener logarithmischer Transformation von Messzeitpunkten Tag 1a und b sowie Tag 3 a und b mit dem Programm BMDP7V berücksichtigt

$\beta$ -Hydroxybutyrat						
Haupteffekt (p-Wert)			Zweifachwechselwirkung (p-Wert)			Dreifachwechselwirkung (p-Wert)
Gruppe	Tag	prä/post	Gruppe x Tag	Gruppe x prä/post	Tag x prä/post	Gruppe x Tag x prä/post
0,47	0,69	<b>0,0016</b>	0,67	0,84	0,73	0,14

Tab. 22: Übersicht über die p-Werte der zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholungen bezüglich Tag. Es wurden die  $\beta$ -Hydroxybutyrat-Konzentrationen (mmol/l) nach vorausgegangener logarithmischer Transformation von den Messzeitpunkten Tag 0, Tag 1a, Tag 2, Tag 3a, Tag 4 mit dem Programm BMDP7V berücksichtigt

$\beta$ -Hydroxybutyrat			
Einbezogene Zeitpunkte	Haupteffekt (p-Wert)		Wechselwirkung (p-Wert)
	Gruppe	Tag	Gruppe x Tag
0, 1a, 2, 3a, 4	0,74	<b>0,014</b>	0,65



**Abb. 35: Vergleich der Akupunktur- und Kontrollgruppe bezüglich der Entwicklung der  $\beta$ -Hydroxybutyrat-Konzentration (mmol/l) in beiden Gruppen am Tag der Operation und während der 4 Versuchstage (Box- and Whisker-Plots)**

#### 4.4.3 Milchleistung

Die Milchleistung wurde an den vier Versuchstagen morgens zwischen 7 und 8 Uhr (T1) sowie nachmittags zwischen 14 und 15 Uhr (T2) bestimmt. Die Milchleistung stieg in beiden Gruppen über den Versuchszeitraum an. Die morgentliche Leistung war stets deutlich höher als die Ergebnisse am Nachmittag. Die Entwicklung der täglichen Milchleistung ist in Tabellen 23 sowie in Abbildung 36 dargestellt.

In der dreifaktoriellen Varianzanalyse zur statistischen Prüfung des Gruppen-, Tages- und Tageszeiteinflusses wurden statistisch signifikante Unterschiede bei den beiden Haupteffekten Tag und morgentliche bzw. nachmittägliche Messung festgestellt ( $p < 0,0001$ ). Diese signifikanten Unterschiede konnte auch in der gruppenunabhängigen Zweifachwechselwirkung nachgewiesen werden ( $p < 0,0001$ ). In der Dreifachwechselwirkung wurde kein signifikanter Unterschied festgestellt (Tabelle 24).

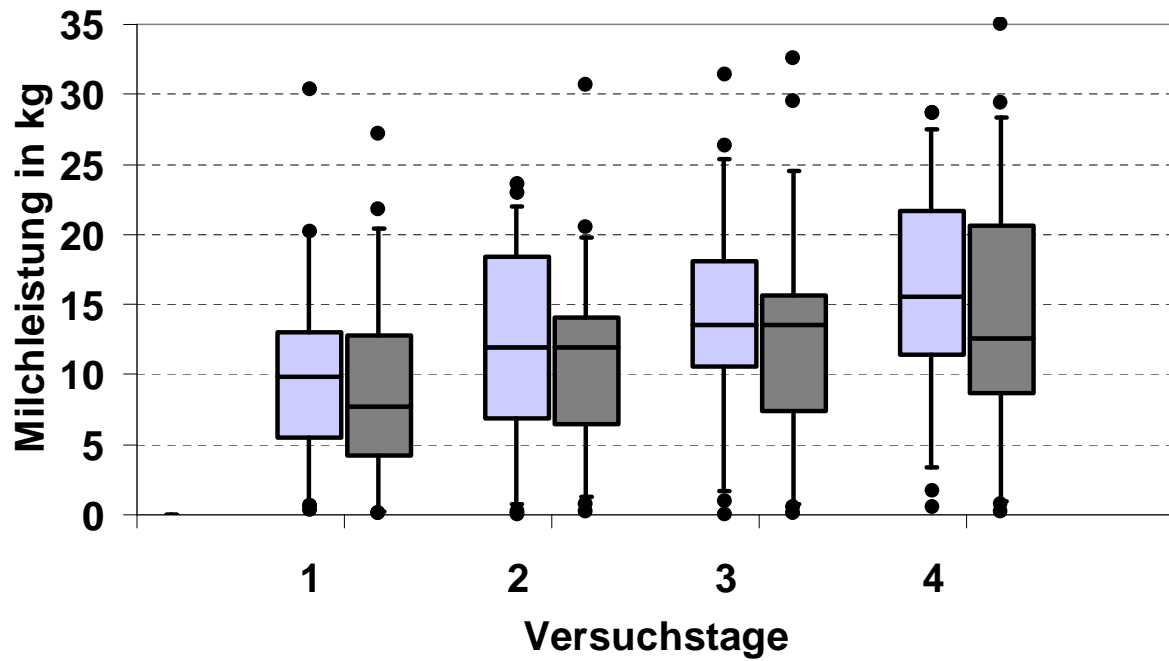
Wegen fehlender Werte wurde der Wald-Test durchgeführt, der vergleichbare Werte ergab.

**Tab. 23: Vergleich zwischen Akupunktur- und Kontrollgruppe hinsichtlich der Entwicklung der täglichen Milchleistung in kg pro Messung an den vier Versuchstagen zu den jeweiligen Melkzeiten morgens (T1) und nachmittags (T2). Angegeben sind arithmetischer Mittelwert ( $\bar{x}$ ) Standardabweichung (s)**

Zeitpunkt	Milchleistung			
	Akupunkturgruppe		Kontrollgruppe	
Tag	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
1,1	7,2	4,9	6,3	5,5
1,2	2,9	2,4	2,5	1,8
2,1	8,2	5,1	8,6	5,1
2,2	3,6	2,3	3,1	2
3,1	10,2	4,8	9,5	6
3,2	4	2,5	3,5	1,9
4,1	11,9	5	10,5	6,1
4,2	4,8	2,6	4,1	2,6

**Tab. 24: Gruppen-, Behandlungs- und Zeiteinflüsse auf die Milchleistung. Übersicht über die p-Werte der dreifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholungen bezüglich Tag und Tageszeit. Es wurden die Milchleistungen in kg der Messungen an den vier Versuchstagen zu den jeweiligen beiden Melkzeiten mit dem Programm BMDP7V berücksichtigt**

Milchleistung						
Haupteffekt (p-Wert)			Zweifachwechselwirkung (p-Wert)			Dreifachwechselwirkung (p-Wert)
Gruppe	Tag	Tageszeit	Gruppe x Tag	Gruppe x Tageszeit	Tag x Tageszeit	Gruppe x Tag x Tageszeit
0,32	<b>&lt; 0,0001</b>	<b>&lt; 0,0001</b>	0,79	0,68	<b>&lt; 0,0001</b>	0,38



Akupunkturgruppe  
 Kontrollgruppe

**Abb. 36 : Übersicht über die Entwicklung der Milchleistung in kg in beiden Gruppen während der vier Versuchstage (Box- and Whisker-Plots)**

## **5 Diskussion**

### **5.1 Anmerkungen zur Methode**

#### **5.1.1 Ruminographie**

Bei der Konzeption der Studie fiel die Wahl der Methode zur Messung der Pansenmotorik auf ein neues Verfahren der Ruminographie. Der verwendete Apparat sowie das Computerprogramm „ruminow“ zur Auswertung der erfassten Daten wurde bislang in keiner Studie zur Erfassung der Pansenmotorik verwendet oder beschrieben. Für die Planungen der Studie war es entscheidend, dass die Messungen bei möglichst vielen Tieren ohne allzu großen Aufwand und ohne starke Beeinträchtigung für die Tiere durchgeführt werden können. Zur Ermittlung der Kontraktionen des Pansens wären ebenso Messungen über Pansenfisteln denkbar (Dziuk 1964, Johansen u. Boldt 1970, Dirksen u. Kaufmann 1978). Hierbei handelt es sich um invasive Verfahren, die zusätzliche chirurgische Eingriffe und eine starke Beeinträchtigung des Tieres mit sich bringen. Wie auch die Elektromyographie, die das Einsetzen von Elektroden in die Pansenwand beinhaltet. Diese Verfahren schieden somit aus. Weiter wäre eine Aufzeichnung der Reibegeräusche, die während einer Pansenkontraktion entstehen, mittels Mikrophon möglich gewesen (Dougherty u. Crumb 1949) sowie der Versuch der Elektrogastrographie am Pansen, die nicht invasiv bisher am Hundemagen und Pferdecaecum beschrieben wurde (Koenig et al. 2008, Koenig et al. 2009). Für beide Möglichkeiten waren kommerziell keine Messgeräte erhältlich. Das Aufzeichnen der Bauchdecken-Bewegungen über der Hungergrube bei Kontraktionen des Pansens wurde in mehreren Arbeiten beschrieben und als Ruminographie bezeichnet (Benkendoerfer 1910, Dougherty u. Crumb 1949, Slanina u. Rudic 1958). Zur Validierung der Methode wurden bei zwei Pansenfistel-Kühen gleichzeitig Messungen der intraruminalen Druckschwankungen und der externen Kraftstöße über der äußeren Bauchdecke durchgeführt und verglichen. Es konnte gezeigt werden, dass die Messungen mit dem verwendeten Ruminographen, die Druckschwankungen im Inneren des Pansens widerspiegeln. Außerdem wurden für sechs Messungen Vergleichsfaktoren der Werte der Maximalausschläge errechnet. Hierbei wurde deutlich, dass die Vergleichsfaktoren dieser Datensätze innerhalb einer Messung relativ homogen waren. Beim Vergleich der sechs geometrischen Mittelwerte



fällt eine starke Streuung von 2,33 bis 13,03 cm Wassersäule/Newton auf. Die Erstellung eines absoluten Vergleichsfaktors der beiden Methoden scheint somit nicht sinnvoll. Die gemessenen geometrischen Mittelwerte der intraruminalen Druckschwankungen lagen bei 4 bis 22 cm Wassersäule je nach Messung. In anderen Studien finden sich vergleichbare bis etwas höhere Druckveränderungen. Dirksen und Kaufmann erfassten Schwankungen zwischen 20 und 60 cm Wassersäule während Pansenkontraktionen (1978). Andere Angaben schwanken zwischen 6,7 bis 100 cm Wassersäule (Dziuk 1964, Johansen u. Bold 1970, Riley u. Cook 1973, Daniel 1983). Die geometrischen Mittelwerte der ruminographischen Messungen lagen zwischen 1,7 und 2,28 N je nach Messung. Vermutlich werden beide Methoden durch Füllungsgrad des Pansens, Sitz der Messeinrichtungen und tierindividuelle Besonderheiten beeinflusst. Die Dauer und Anzahl der Signalkomplexe war in beiden Methoden vergleichbar und ihre Bestimmung mit dem Ruminographen ist somit als belastbar einzustufen. Die Korrelation der Intensität der Signalkomplexe schwankt beim Vergleich der Methoden. Es ist also ratsam, eine Messung nicht absolut zu betrachten. Vergleichsmessungen an ein und derselben Kuh mit ähnlicher Pansenfüllung und unverändertem Sitz der Messeinrichtungen sind daher zu bevorzugen. Um dies zu berücksichtigen, wurde bei der statistischen Auswertung der vorliegenden Studie, zusätzlich zum Gruppenvergleich mittels Varianzanalyse, eine Prüfung auf Therapieerfolg für jedes einzelne Tier angefertigt. Hierbei wurden jeweils Datensätze von einem Tier verglichen, bei denen ein identischer Drucksensorensitz gewährleistet werden konnte. Der Abstand der Messung betrug 30 Minuten, in denen die Tiere freien Zugang zu Heu hatten, sich also die Pansenfüllung minimal verändert haben konnten.

Ein Softwareprogramm zur objektiven Auswertung von Ruminographiedaten wurde vor dieser Arbeit nicht beschrieben.

Die Messdauer der Ruminographie betrug jeweils 30 Minuten und wurde an den stehenden Probanden in Anbindehaltung durchgeführt. In dieser Zeit mussten die Tiere einen Gurt tragen; durch die Datenübertragung mittels Bluetooth waren eine Bewegung am Standplatz sowie Futter- und Tränkeaufnahme möglich, Niederlegen war mit den Messungen nicht vereinbar und die Tiere wurden durch Ansprache der Versuchsdurchführenden Person daran gehindert. Somit konnte kein ungestörtes Komfortverhalten in dieser Zeit ausgeführt werden. Auch der Gurt und der somit mäßige Druck auf das Abdomen beeinträchtigten die Kühe.

Das Messintervall von 30 Minuten vor und nach der Intervention bewirkt, dass zufallsbedingte Einflüsse die ruminographischen Ergebnisse mitbestimmt haben könnten. Diese Schwankungen sollten jedoch in der Versuchs- und Kontrollgruppe gleichermaßen auftreten. Zur Minimierung solcher zufälligen Einflüsse könnten die Messungen verlängert werden. Bei längeren Messintervallen wäre eine uneingeschränkte Bewegung für die Tiere erforderlich. Diese umfasst auch das Niederlegen der Tiere, das bei den eigenen ruminographischen Messungen nicht möglich war.

Ein möglicher Kritikpunkt der Methodik ist die Auswertung der erfassten Ruminogramme. Sie erfolgte durch das Computerprogramm *ruminow*. Wie bereits erwähnt, findet man in der Literatur keinerlei Anhaltspunkte für eine objektive Erfassung der Pansenmotorik. Der dorsale Pansensack kontrahiert sich während einer Kontraktionswelle für etwa sieben Sekunden, eine Kontraktionswelle findet etwa sieben- bis 14-mal in fünf Minuten statt (Friedberger u. Fröhner 1892, Mócsy 1912, Rosenberger 1964, Kaske 2005). Zusätzlich finden Kontraktionen des ventralen Pansensackes gemeinsam mit Kontraktionen des kranialen und kaudalen Pansenpfeilers statt (Scheunert u. Trautmann 1987). Bei Messungen über dem dorsalen Pansensack werden vermutlich, genauso wie bei intraruminalen Messungen im dorsalen Pansensack, die Kontraktionen des ventralen Pansensackes miterfasst. So werden die mit dem Computerprogramm erfassten maximalen Ausschläge der Ruminogramme nicht als Kontraktionskomplexe, sondern als Signalkomplexe bezeichnet. In 30 Minuten sind nach obiger Angabe 42 bis 84 Kontraktionswellen zu erwarten. Es kann allerdings davon ausgegangen werden, dass teilweise eine Kontraktionswelle aus mehreren Signalkomplexen zusammengesetzt ist und somit eine höhere Zahl an Signalkomplexen während der Messungen erreicht wird. Neben der Anzahl der Signalkomplexe wurden noch drei weitere Parameter der ruminographischen Messungen als Hauptzielkriterien mitberücksichtigt. Die Gesamtwirkfläche aller Signalkomplexe und die mittlere Wirkfläche der Signalkomplexe stehen im engen Zusammenhang mit den erfassten Maxima. Denn als Gesamtwirkfläche der Signalkomplexe werden alle Wirkflächen der detektierten Signalkomplexe zusammengefasst. Dieses erfolgt durch die Programm-Funktion „*ruminoStatSK*“ und wird in Newton x Sekunde angegeben. Als mittlere Wirkfläche der Signalkomplexe wird durch die Programm-Funktion „*ruminoStatSK*“ der arithmetische Mittelwert der Wirkflächen aller detektierten Signalkomplexe ermittelt. Die mittlere Wirkfläche der Signalkomplexe dient als Kenngröße eines einzelnen Signalkomplexes und kann als Fläche unter einem

durchschnittlichen Signalkomplex gesehen werden. Sie wird ebenfalls in Newton x Sekunde angegeben. Diese Daten wurden nach Filterung der Ruminogramme ermittelt. Bei der Filterung wurden ein Signalsockel und aufgetretene Spikes eliminiert. Als Signalsockel wurden Signalanteile, die über ein deutlich längeres Zeitintervall konstant sind, bezeichnet und als Spikes kurzzeitige energiereiche Signalanteile. Zusätzlich wurden höher frequente Anteile des Approximationssignals mittels Haar-Transformation eliminiert (Werner 2012). Um Verfälschungen bei der Auswertung der Daten durch Filterung oder Auswahl der Maxima zu minimieren, wurde der unabhängige Parameter der Gesamtwirkfläche mit verwendet. Als Gesamtwirkfläche werden alle Kraftstöße von einem Kanal bezeichnet.

Außerdem erfolgten die Filterung sowie die komplette Datenauswertung bei allen Ruminogrammen nach dem gleichen Prinzip. Die ermittelten Parameter sind somit vergleichbar.

### **5.1.2 Akupunkturbehandlung**

In der durchgeführten Studie wurde ein standardisiertes Punktekonzent bei allen Tieren der Akupunkturgruppe verwendet. Eine solche Standardisierung ist bei der Durchführung einer randomisierten kontrollierten klinischen Studie sinnvoll. Auch wenn es nicht unbedingt im Sinne der Traditionellen Chinesischen Medizin ist. In der Theorie der TCM werden individuelle Diagnosen und Behandlungskonzepte erarbeitet (Manson et al. 2002). Die Therapie ist deshalb kein starres Gerüst aus mehreren Punkten, dass bei jeder Sitzung wiederverwendet wird, wie es in der durchgeführten Studie der Fall war (Liu 2007).

Für das Punktekonzent wurden insgesamt fünf Punkte ausgewählt. Bei drei der Punkte handelt es sich um traditionell chinesische Punkte, die im weiteren Sinne dem Blasenmeridian zugerechnet werden können. Akupunkturpunkte des Blasenmeridians werden zur Unterstützung des Verdauungsapparats häufig in klinischen Studien verwendet (Nam et al. 1992, Nam et al. 1997, Nam 1997, Lee 1998, Kim et al. 2000, Choi et al. 2001, Jang et al. 2003, Kim 2006, Lee et al. 2007). Weiter gehörte der Punkt Magen 36 zur Therapie; er wird zur Anregung der Magenmotilität in Studien aufgeführt (Chang et al. 2001, Choi et al. 2001, Shiotani et al. 2004). Der letzte Punkt Milz/Pankreas 6 wird in einer humanmedizinischen Studie erwähnt. Über die in der eigenen Studie eingesetzten Punkte hinaus werden in verschiedenen Studien Perikard 6, Gallenblase 34 und das Lenkergefäß zur Therapie bei Verdauungsstö-

rungen aufgeführt (Nam et al. 1987, Nam et al. 1992, Lee 1998, Shiotani et al. 2004, Meng et al. 2010). Die Zusammenstellung des verwendeten Punktekongzeptes ist kritisch zu betrachten; wie jedoch oben erwähnt, wurden in anderen Studien ähnliche oder sogar gleiche Punkte verwendet. Letztendlich wurden die fünf Akupunkturpunkte der Studie Freudenberg (2010) übernommen um zu überprüfen, ob die Anregung der Pansenmotorik in einem etwas abgewandelten Studiendesign zu replizieren ist. Übernommen wurde ebenso die Art der Stimulation der Akupunkturpunkte, um die Vergleichbarkeit zu erhalten. In einigen anderen Arbeiten, in denen eine Anregung des Verdauungstraktes bemerkt wurde, werden die Akupunkturpunkte jedoch mittels Elektroakupunktur und nicht durch eine Nadelung stimuliert (Nam et al. 1987, Nam et al. 1992, Choi 2001, Chang et al. 2002, Jang et al. 2003, Shiotani et al. 2004, Meng et al. 2010). Das Therapiemanagement der Studie Freudenberg (2010) und somit auch das der eigenen Arbeit wurde zusammen mit einer erfahrenen Rinderakupunkturin erstellt und findet seine Grundlage in Akupunkturlehrbüchern (Westermayer 1979, Kothbauer u. Meng 1983).

Neben der Diagnose und Punkteauswahl wird in der Traditionellen Chinesischen Medizin dem Therapeuten eine bedeutende Rolle zugeschrieben. Es wird erwartet, dass der Akupunktur in der Lage ist, eine geeignete Atmosphäre zur Therapie zu schaffen. Zur Erlangung der technischen Kompetenz ist eine Ausbildung erforderlich (Liu 2007). In der eigenen Studie verfügte die Therapeutin nicht über jahrelange Erfahrung in Akupunktur und besitzt auch nicht die Zusatzbezeichnung der Tierärztekammer. Das Konzept wurde mit anderen Akupunkturern jedoch geübt, und so war sie in der Lage, die fünf Punkte sicher zu finden und zu nadeln. Der Akupunkturgrundkurs der Akademie für Tierärztliche Fortbildung sowie humanmedizinische Akupunkturkurse wurden bereits vor Studienbeginn abgeschlossen.

## **5.2 Beurteilung der Ruminographie-Ergebnisse**

In der vorliegenden Arbeit konnte in der dreifaktoriellen Varianzanalyse bei keinem der vier Hauptzielkriterien ein signifikanter Gruppenunterschied zwischen Akupunktur- und Kontrollgruppe festgestellt werden.

Ebenso wurde im Chi-Quadrat-Test kein signifikanter Unterschied in der Anzahl der Tiere mit „Therapieerfolg“ zwischen der Akupunktur- und Kontrollgruppe gefunden. Es kam sowohl in der Kontroll- als auch in der Versuchsgruppe bei einer vergleichba-

ren Tierzahl zur 30 %igen Steigerung der Pansenmotorik von der ersten Messphase (9:30-10:00 Uhr) zur zweiten Messphase (10:30- 11:00 Uhr) an Tag 1 und 3. Als Kriterien wurden das Gesamtintegral der gemessenen Aktivität, das Gesamtintegral der Signalkomplexe, die Anzahl der Signalkomplexe sowie deren mittlere Wirkfläche zugrundegelegt.

Beim genaueren Betrachten der Ruminographiewerte fällt auf, dass auch im gruppenunabhängigen Haupteffekt von vor zu nach der Behandlung bei keinem der vier Kriterien ein signifikanter Unterschied gefunden wurde. Trotzdem kam es bei bis zu 22 Tieren in einer Gruppe ( $n = 38$ ) zu einem sogenannten Therapieerfolg, also zu einer 30 %igen Steigerung der Ruminographiewerte. Es stellt sich die Frage, ob also bei Steigerung der Ruminographiewerte um 30 % wirklich von einem „Therapieerfolg“ gesprochen werden kann oder ob es sich um spontane Schwankungen der Pansenaktivität handeln. Eine solche Schwankungsbreite konnte bereits bei der myoelektrischen Aktivität des Labmagens und Darms verzeichnet werden (Hummel 2005). Die Ausschaltung dieser Messschwankungen gelang in der Arbeit von Hummel jedoch auch nicht durch eine Verlängerung der Messungen.

Im gruppenunabhängigen Vergleich der Ruminographiedaten von Tag 1 und Tag 3 findet sich in den drei Hauptzielkriterien: Anzahl der Signalkomplexe, Gesamtwirkfläche und Gesamtwirkfläche der Signalkomplexe, im Haupteffekt der dreifaktoriellen Varianzanalyse ein signifikanter Unterschied (Anzahl der Signalkomplexe  $p = 0,0002$ ; Gesamtwirkfläche  $p = 0,0043$ ; Gesamtwirkfläche der Signalkomplexe  $p = 0,0017$ ). Die Ruminographiewerte steigen von Tag 1 zu Tag 3 gruppenunabhängig deutlich an. Daraus kann geschlossen werden, dass eine Zunahme der Pansenmotorik über die Studientage stattgefunden hat. Sicherlich zur Normalisierung der Motorik über den Untersuchungszeitraum beigetragen, haben die vorhergehende operative Behebung der Labmagenverlagerung und die Wiederherstellung der ungestörten Magen-Darmpassage. Es stellt sich die Frage, ob die signifikante Steigerung der Pansenaktivität als Rekonvaleszenz der Tiere zu deuten ist. Ob bereits am Tag 3 nach der Operation eine physiologische Pansenmotorik wiederhergestellt war, müssten breit-angelegte Referenzmessungen an klinisch gesunden Kühen zeigen. Solche Werte liegen bislang nur von einigen wenigen Tieren vor.

Um zu klären, warum in der Studie von Freudenberg (2010) mit gleichem Akupunkturschema ein signifikanter Effekt bei der Anzahl der Pansenkontraktionen angegeben war und in dieser Studie jedoch nicht, sind die beiden Arbeiten zu vergleichen: Bei Freudenberg (2010) wurden Tiere mit linksseitiger Labmagenverlagerung eingeschlossen; in der vorliegenden Studie wurden nur Tiere mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung aufgenommen. Bei einer rechtsseitigen Labmagenverlagerung kann es zusätzlich zu einer Drehung um die vertikale Achse kommen. Bei Drehungen über 180°, die bei insgesamt 35 Tieren in der Studie vorlag, verschlechtert sich die Prognose, da es zu einer Überdehnung des Labmagens und zu Störungen der Blut- und Nervenversorgung im Bereich der Drehstelle kommt (Kümper 1995a). Solche Schäden am Nervus vagus können später zu Beeinträchtigungen der Pansenmotorik führen. Außerdem ist der intraluminale Druck während einer rechtsseitigen Verlagerung im Labmagen höher und als prognostisch ungünstiger einzustufen (Constable et al. 1992b). Vor allem bei linksseitigen Labmagenverlagerungen wird ein Zusammenhang zur Kalbung vermutet (Dirksen 1961, Constable et al. 1992a). Diese Tatsache könnte dafür sprechen, dass die rechts- und linksseitige Labmagenverlagerung in der Traditionellen Chinesischen Medizin unterschiedlichen Krankheitsbildern zuzuordnen sind und daher das verwendete Behandlungsschema bei den Tieren mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung sich als nicht wirksam zeigte. Doch werden auch in anderen Studien die identischen Akupunkturschemata bei Kühen mit links- und rechtsseitiger Labmagenverlagerung angewendet (Jang et al. 2003, Lee et al. 2007).

Bei Freudenberg (2010) wurde die Pansenmotorik, das einzige Kriterium mit Gruppenunterschied, nur mittels zweiminütiger Auskultation bestimmt. Hierbei handelt es sich im Vergleich zur Ruminographie um ein vom Untersucher abhängiges, subjektives Verfahren. Gegebenenfalls wäre eine erweiterte fünfminütige Auskultation oder eine Verblindung des Untersuchers wünschenswert gewesen. Die in der eigenen Studie verwendete Methode der Pansenmotrikerfassung, die Ruminographie, ist als deutlich zuverlässiger und vor allem als objektives Verfahren einzustufen.

Die Ausschlusskriterien der beiden Studien waren bis auf den Verzicht eines Ausschlusses von trächtigen Tieren in der eigenen Arbeit identisch. Die Unterbringung erfolgte in denselben Stallungen ohne Umbaumaßnahmen zwischen den Durchführungszeiträumen, vergleichbar waren auch die Fütterung, das Melken und die sonstige Versorgung und Begleitbehandlung der Tiere.

In beiden Studien wurden die Tiere nach der Hannoverschen Methode (Methode nach Dirksen) operiert. Als Lokalanästhesie wurde in der vorherigen Arbeit die proximale Paravetebrealanästhesie eingesetzt, die einem umgekehrten L-Block bei den eigenen Untersuchungen gegenübersteht. Da die Wirkungsdauer des verwendeten Procain mit 30 Minuten angegeben wird, sind am Folgetag keine Unterschiede zu erwarten (Löscher et al. 2006). Die Rinder der eigenen Studie erhielten zusätzlich eine Infusionstherapie und eine Gabe von Flunixin. Diese Abweichung ist auf die stärkere Kreislaufbelastung der Kühe mit einer rechtsseitigen Labmagenverlagerung zurückzuführen, die mit einem hypovolämischem und/oder einem Endotoxinschock einhergehen kann (Kümper 1995b). Die analgetische Wirkungsdauer bei kolikartigen Schmerzen von Flunixin wird mit sechs bis acht Stunden angegeben. So dass am Folgetag keine schmerzlindernde, sondern nur eine entzündungshemmende Wirkung durch die Flunixingabe erwartet werden kann (Löscher et al. 2006). Da an den Probanden der Arbeit Freudenberg (2010) zusätzlich elektromyographische Messungen für eine weitere Studie durchgeführt wurden, bekamen diese Tieren in der Operation zur Reposition des Labmagens sechs Elektroden und einen Pettinger-Skin-Button eingesetzt. Zur Infektionsprophylaxe wurde zusätzlich ein Kombipräparat aus Ampicillin und Cloxacillin in die Bauchhöhle eingegeben. Diese Elektroden verblieben auch während der Akupunkturbehandlungen und es bleibt ungeklärt, ob sie zur Beeinflussung der Pansenmotorik beigetragen haben.

Bei der Akupunkturbehandlung wurde in der eigenen Arbeit nach dem bei Freudenberg (2010) beschriebenen Punkteschema vorgegangen. Die Behandlung wurde mit entsprechenden Nadeln desselben Herstellers zur gleichen Tageszeit durchgeführt. Allerdings wurde die zweite Behandlung in der eigenen Studie vom Tag 4 auf den Tag 3 vorgezogen. Da in der vorherigen Studie signifikante Effekte nur am Tag 1 festzustellen waren, sollte der Tag 1 beibehalten werden und überprüft werden, ob nicht an einem vorgezogenen zweiten Behandlungstag ebensolche Effekte zu verzeichnen wären. Die Nadelung selbst wurde in beiden Studien jeweils von den studiendurchführenden Personen vorgenommen, also von zwei unterschiedlichen Akupunkturinnen. Die Ausbildung und Erfahrung der beiden Therapeutinnen ist durchaus vergleichbar.

### 5.3 Beurteilung der Nebenzielkriterien-Ergebnisse

Beim Nebenzielkriterium Basenabweichung konnte der einzige statistisch signifikante Gruppenunterschied gefunden werden. Berücksichtigt wurde hier der absolute Betrag des Base Excess, den man durch Weglassen der negativen Vorzeichen des Base Excess erhält. In der dreifaktoriellen Varianzanalyse konnte ein signifikanter Gruppenunterschied an den beiden Behandlungstagen 1 und 3 von vor zu nach der Behandlung festgestellt werden ( $p = 0,034$ ). Der Base Excess nahm in der Akupunkturgruppe an beiden Tagen von vor zu nach der Behandlung zu, wohingegen er am Tag 1 in der Kontrollgruppe sogar abnahm. In diesem Fall ist die Entwicklung der Basenabweichung in Richtung des Normalwertes 0 mmol/l als positiv einzustufen. Somit ist der Gruppenunterschied zu Gunsten der Kontrollgruppe zu werten. Allerdings wird der Referenzbereich des Base Excess mit -3 bis +3 mmol/l angegeben (Stöber u. Gründer 1990). Die Werte des geometrischen Mittelwertes des Betrags des Base Excess lagen am Tag 0 in der Akupunkturgruppe bei 3,9 mmol/l und in der Kontrollgruppe bei 4 mmol/l. Am Tag 4, bei Abschluss der Studie, lag der Wert in der Kontrollgruppe bei 3,6 mmol/l und in der Akupunkturgruppe bei 4 mmol/l. Es wird deutlich, dass die geometrischen Mittelwerte zu jeder Zeit nur knapp außerhalb des Referenzbereiches lagen. Die Entwicklung des Base Excess zeigt einen statistisch signifikanten Therapievorteil der Kontrollgruppe, der jedoch klinisch nicht relevant ist.

In der Entwicklung der  $\beta$ -Hydroxybutyrat-Konzentration wird eine gruppen- und tagesunabhängige Abnahme der Konzentration von dem Messzeitpunkt 8 Uhr zu 11 Uhr deutlich ( $p = 0,0016$ ). Eine Abnahme von Ketonkörpern im Blut ist als positiv für den Energiestoffwechsel und das Wohlbefinden des Tieres einzustufen. Die Tiere der Studie erhielten jeweils um sieben Uhr und um 14 Uhr eine Krafftuterration; die Menge richtete sich nach der entsprechenden Tagesmilchleistung. Außerdem hatten sie ad libitum Zugang zu Heu. Die erste Messung fand, wie erwähnt, um 8 Uhr statt, also etwa eine Stunde nach der Krafftutergabe. Nach abgeschlossener ruminographischer Messung erfolgte die zweite Blutentnahme um 11 Uhr, also etwa vier Stunden nach der Futteraufnahme. Vermutlich sank die  $\beta$ -Hydroxybutyrat-Konzentration nach entsprechender Verdauung der Krafftuterration. Da die Entwicklung gruppenunabhängig ist, kann eine Beziehung mit der Behandlung ausgeschlossen werden.



Die Milchleistung wurde zweimal täglich zu den Melkzeiten morgens (7- 8 Uhr) und nachmittags (14- 15 Uhr) bestimmt. Die morgentlichen Milchleistungen waren gruppenunabhängig signifikant höher als die am Nachmittag ( $p < 0,0001$ ). Dieses Ungleichgewicht ist durch die kürzere Zeitspanne zwischen den am gleichen Tag stattfindenden Melkzeiten zurückzuführen.

Die Milchleistung steigerte sich gruppenunabhängig über die vier Versuchstage ( $p < 0,0001$ ). Dies spricht ebenso wie die Steigerung der Ruminographiewerte für eine Rekonvaleszenz und steht nicht im Zusammenhang mit der Akupunkturbehandlung.

## **5.4 Schlussfolgerung**

Die meisten in der Vergangenheit durchgeführten Studien zur unterstützenden Akupunkturbehandlung bei Labmagenverlagerung weisen unter Gesichtspunkten der Evidenz-basierten Medizin Mängel auf.

In der eigenen Arbeit ergab sich kein Hinweis darauf, dass sich die Pansenmotorik in einem Zeitraum von 30 Minuten vor und nach der Intervention am ersten und dritten Tag nach der operativen Korrektur der Labmagenverlagerung durch eine Akupunkturbehandlung mittels eines standardisierten fünf Punktekonzeptes mehr steigerte als ohne eine Behandlung. Gruppenunabhängig konnte eine statistisch signifikante Steigerung über die Behandlungstage nachgewiesen werden. Gleiches gilt hinsichtlich des Nebenzielkriteriums Milchleistung. Für die  $\beta$ -Hydroxybutyrat-Konzentration konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Der statistisch signifikante Gruppenunterschied der Basenabweichung zu Gunsten der Kontrollgruppe war klinisch nicht relevant.

Die Studie wurde als randomisierte kontrollierte klinische Studie konzipiert und konnte als solche durchgeführt werden. Weiter war es möglich, die Pansenmotorik mittels eines objektiven nicht invasiven Verfahrens zu ermitteln und mit Hilfe eines Computerprogramms auszuwerten. Es konnte gezeigt werden, dass mit der Ruminographie über der äußeren Bauchdecke intraruminale Druckschwankungen erfasst werden können. Der Ruminograph sowie das Programm „ruminow“ bietet die Möglichkeit, weitere klinische Studien mit objektiver Erfassung der Pansenmotorik durchzuführen. Die Erfassung der Dauer und Anzahl der Signalkomplexe mittels Ruminographen

kann als valide eingestuft werden. Allerdings bleibt fraglich, ob die mittels Ruminographie gemessene Intensität der Pansenmotorik nicht nur im unmittelbaren Vergleich zweier Messungen aussagekräftig ist.

Forschung im Bereich der Naturheilverfahren ist dringend nötig um die Öffentlichkeit vor Scharlatanerie zu beschützen. Doch ist es nach wie vor umstritten, wie Forschung im Bereich der Komplementärmedizin sinnvoll stattfinden kann. Diskutiert wird, ob kontrollierte klinische Studien geeignet sind, die Evidenz von Naturheilverfahren zu überprüfen. Häufig liegen komplexe Therapiesysteme vor, denen eine eigene Theorie und Praxis zu Grunde liegt und die individuelle Lebenssituationen mit berücksichtigen (Mason et al. 2002). Gerade in der Humanmedizin wird heute im Bereich der Forschungsmethodik der Komplementärmedizin zwischen spezifischer Wirksamkeit und Wirksamkeit in der Routineversorgung unterschieden. Pragmatische randomisierte Studien selektieren die eingeschlossenen Patienten deutlich weniger, das Behandlungsprotokoll wird mehr den Alltagsbedingungen angepasst und als Ergebnisparameter werden patientennahe Kriterien verwendet. Die spezifische Wirkung beispielsweise eines bestimmten Akupunkturpunktes verliert in diesen Studien an Bedeutung. Die Effekte der Erwartungshaltung und der Arzt- Patienten-Interaktion werden dabei umso stärker gewichtet (Witt 2012).

Meiner Meinung nach wird in der täglichen Praxis die Therapie nicht allein nach Maßstab der Evidenz-basierten Medizin gewählt, häufig fließen die Wünsche des Patienten bzw. Patientenbesitzers sowie eigene klinische Erfahrung mit ein. Die subjektiven Empfindungen der Kunden und Therapeuten, in die immer Verzerrungen durch spontane Besserungen und Placeboeffekte mit einfließen, werden die Therapie mitbestimmen. Und so bleibt die bei der Auftaktveranstaltung des 5. Leipziger Tierärztekongress kontrovers diskutierte Frage im Raum: „Wer heilt hat recht?“

## 6 Zusammenfassung

Kontrollierte klinische Studie über den Einfluss einer Akupunkturbehandlung auf die postoperative Pansenmotilität bei Milchkühen mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung

**Einleitung:** In einer vorherigen Studie über den Einfluss einer Akupunkturbehandlung auf die postoperative Entwicklung bei Kühen mit linksseitiger Labmagenverlagerung (Freudenberg, 2010) ergaben sich bezüglich der geprüften Hauptzielkriterien keine signifikanten Unterschiede zwischen Akupunktur- und Kontrollgruppe. Hinsichtlich der zusätzlich als Nebenzielkriterium berücksichtigten auskultatorisch beurteilten Pansenkontraktionen fand sich jedoch eine statistisch signifikante Überlegenheit der Akupunkturgruppe. Um diesen Befund anhand objektiv messbarer Kriterien zu überprüfen, wurde in der nunmehr präsentierten Studie nochmals das gleiche Akupunkturschema angewandt und dabei die Pansenkontraktionen mittels Ruminographie registriert.

**Material und Methoden:** Bei den Probanden handelte es sich um 80 Kühe der Rassen Deutsche Holsteins (n = 74), Deutsches Fleckvieh (n = 2), Rotvieh (n = 2), Rotbuntes Niederungsind (n = 1) sowie ein Kreuzungstier aus zwei Milchrinderrassen (n = 1), die zur stationären Behandlung einer rechtsseitigen Labmagenverlagerung in die Klinik eingeliefert wurden. Das Durchschnittsalter dieser Kühe betrug 4,6 Jahre (2 – 11 Jahre). Einschlusskriterium war das Vorliegen einer rechtsseitigen Labmagenverlagerung, unabhängig von Verlagerungsgrad, Grad der Drehung oder Krankheitsdauer. Ausschlusskriterien waren puerperale fieberhafte (> 39,5 °C) Metritiden, Mastitiden mit grobsinnlich verändertem Milchsekret, mittel- bis hochgradige Lahmheiten sowie Euthanasie intra operationem aufgrund infauster Befunde.

Am Morgen des ersten Tages (Versuchstag 1) wurden nach erfolgreich abgeschlossener Labmagenoperation (Laparotomie von rechts mit Omentopexie nach Dirksen) die Probanden auf die Versuchsgruppe (n = 40) und auf die Kontrollgruppe (n = 40) randomisiert. Die Randomisierung erfolgte mittels einer per Computerprogramm (Rancode®, Fa. IDV Datenanalyse und Versuchsplanung, Gauting) vorab erstellten Zufallsliste, indem ein mit der Probandennummer beschrifteter Umschlag geöffnet und das darin befindliche Kärtchen mit den entsprechenden Angaben entnommen wurde.

In der Versuchsgruppe wurden an den Tagen 1 und 3 p. op. folgende fünf Punkte für jeweils 20 Minuten akupunktiert: Pi Shu, Shi Zang, Du Jiao, Magen 36 (Ma 36) und Milz/Pankreas 6 (MP 6). In der Kontrollgruppe unterblieb dies, doch beschäftigte sich die für die Durchführung der Akupunktur zuständige Tierärztin über dieselben Zeiträume in ähnlicher Weise mit den Patienten.

Die Ruminographie erfolgte an den Versuchstagen 1 und 3 jeweils um 9:30 Uhr und um 10:30 Uhr für jeweils 30 Minuten, d. h. in der Versuchsgruppe jeweils vor und nach einer Akupunkturbehandlung. Verwendet wurde dazu ein ursprünglich für die Humangeburtshilfe entwickelter Vierkanaltokograph, welcher zur Erfassung der Pansenmotilität adaptiert wurde. Die erfassten Signale wurden über Bluetooth an einen tragbaren Computer gesendet und dort abgespeichert. Zur Datenauswertung wurde speziell für diese Zwecke ein auf dem Programm MATLAB® basierendes Softwareprogramm entwickelt (Werner, 2012).

Alleiniges Hauptzielkriterium war die ruminographisch gemessene Pansenmotilität. Zudem wurden folgende Nebenzielkriterien erfasst: Tagesmilchleistung, Basenabweichung (BE) im venösen Blut sowie die  $\beta$ -Hydroxybutyrat-Konzentration im Plasma.

**Ergebnisse:** In der Kontrollgruppe verstarben zwei Probanden am 2. Versuchstag aufgrund eitrig-nekrotisierender Ruminitis mit hochgradiger Peritonitis bzw. eitrig-jauchiger Endometritis und ulzerativer Abomasitis. In der Akupunkturgruppe musste eine Kuh aufgrund hochgradiger Labmagenanschoppung und eitrig-ulzerativer Abomasitis am 3. Versuchstag eingeschläfert werden. Insgesamt wurden von den Probanden der Akupunkturgruppe 37 Tiere, von denjenigen der Kontrollgruppe 36 Tiere als geheilt aus der Klinik entlassen. Zum Gruppenvergleich konnten nur die Daten von 38 Tieren je Gruppe berücksichtigt werden, da bei einem festliegenden Probanden der Akupunkturgruppe am Tag 3 keine Ruminographiedaten erfasst werden konnten.

Bezüglich der ausgewerteten Ruminographiedaten konnten zwischen Akupunktur- und Kontrollgruppe keine signifikanten Unterschiede nachgewiesen werden. Es kam allerdings zu einer gruppenunabhängigen signifikanten Verbesserung der Pansenmotorik im Verlauf der Studie. Gleiches galt hinsichtlich des Nebenzielkriteriums Milchleistung. Für die  $\beta$ -Hydroxybutyrat-Konzentration konnte zu keinem Zeitpunkt ein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Der Gruppenunterschied bezüglich der Basenabweichung war zwar signifikant, mit etwas günstigeren Werten in der Kontrollgruppe, doch dürfte dieser minimalen Differenz von 3,1 bis 4,1 mmol/l keine klinisch signifikante Bedeutung zukommen.

**Schlussfolgerungen:** Die in der Arbeit von Freudenberg (2010) auskultatorisch festgestellte Stimulierung der Pansenmotilität durch Akupunkturbehandlung konnte bei Überprüfung anhand objektiver Kriterien nicht bestätigt werden. Damit ergeben sich keine verifizierbaren Hinweise auf eine positive Wirkung der Akupunkturbehandlung bei Kühen nach operativer Korrektur einer Labmagenverlagerung.

## 6.1 Summary

Randomized controlled clinical trial on the effect of acupuncture treatment on post-operative rumen motility in dairy cows with a right abomasal displacement.

**Introduction:** In a previous study on the effect of acupuncture treatment on post-operative development in cows with a left abomasal displacement (Freudenberg, 2010), no significant differences were found between the acupuncture group and the control group as regards the main target criteria tested. With regard to the rumen contractions assessed by means of auscultation - additionally observed as a secondary target criterion - a statistically significant advantage was however found in the acupuncture group. In order to verify this finding using objectively measurable criteria, the same acupuncture schedule was again applied in the study presented here and the rumen contractions registered on a ruminograph.

**Material and Methods:** The subjects were 80 cows, consisting of the breeds Holstein Friesian (n=74), Fleckvieh (n=2), Red (n=2), German Red Pied (n=1) as well as one cross between two breeds of dairy cattle. The cattle were taken into the hospital for stationary treatment for a right abomasal displacement. The average age of the cows was 4.6 years (range from 2 – 11 years). The criterion for inclusion in the study was the presence of a right abomasal displacement, irrespective of the degree of displacement, degree of torsion or duration of the illness. Exclusion criteria were puerperal, feverish (> 39.5°C) metritides, mastitides with extremely modified milk secretion, a medium to high degree of lameness as well as euthanasia during the operation due to infaust findings.

On the morning of the first day (test day 1), the subjects from the test group (n=40) and the control group (n=40) were randomised after a successfully completed abomasal operation (laparotomy from the right with omentopexy according to Dirksen). The randomising took place by means of a random list created beforehand by a computer programme (Rancode® from the company IDV Data Analysis and Study Planning, Gauting, Germany). An envelope labelled with the subject number was opened and the card with the corresponding information found inside was taken out.

In the test group, on days 1 and 3 post-operation, acupuncture was administered to the following five points for 20 minutes each: Pi Shu, Shi Zang, Du Jiao, Stomach Meridian 36 (St-36) and Spleen-Meridian 6 (Sp-6). In the control group, this was not carried out, however the veterinary surgeon responsible for carrying out the acupuncture spent the same amount of time with the patients in a similar way.

Ruminography was carried out on test days 1 and 3 at 9.30am and 10.30am each day for 30 minutes (corresponding to before and after acupuncture treatment on the test group). For this, a four-channel tocography, originally developed for midwifery, was used, having been adapted to record rumen motility. The signals recorded were sent via Bluetooth to a portable computer and saved. A software programme, based on the programme MATLAB®, was specially developed in order to evaluate the data (Werner, 2012).

The only main target criterion was the ruminographically measured rumen motility. In addition to this, however, the following secondary target criteria were included: daily milk yield, base excess (BE) in the venous blood and the  $\beta$ -hydroxybutyrate-concentration in the plasma.

**Results:** In the control group, 2 of the subjects died on the second test day due to purulent necrotising ruminitis with high-grade peritonitis or purulent sanious endometritis and ulcerative abomasitis. In the acupuncture group, one cow had to be put to sleep on the third test day due to high-level abomasal congestion and purulent ulcerative abomasitis. Altogether, 37 animals from the acupuncture group subjects and 36 animals from the control group subjects were released from the hospital healed. When comparing the groups, only the information on 38 animals per group could be considered, as no ruminography data could be recorded on the third day for one of the stationary subjects from the acupuncture group.

As regards the evaluated ruminography data, no significant differences could be proven between the acupuncture group and the control group. Significant improvement in ruminal activity was however shown over the course of the study, irrespective of group. The same result was found in terms of secondary target criterion milk yield. No significant difference was determined at any point in the  $\beta$ -hydroxybutyrate-concentration. Although the difference between the groups was significant in terms of the base excess, with somewhat more favourable values in the control group, this minimal difference of 3.1 to 4.1 mmol/l is not of any clinically significant importance.

**Conclusions:** The stimulation of the rumen motility through acupuncture treatment, established by means of auscultation in Freudenberg's work (2010), could not be confirmed through verification by means of objective criteria. No verifiable indications that acupuncture treatment has a positive effect on cows after operative correction of an abomasal displacement were found.

## 7 Literaturverzeichnis

**Alexander F, Moodie EW (1960):**

The recording of rumen movements in the intact cow, and the effect of certain drugs. Res vet Sci 1: 248–54.

**Altmann S (2009):**

Techniken und Instrumente. In: Schoen AM (Hrsg.), Akupunktur in der Tiermedizin: Lehrbuch und Atlas für die Klein- und Großtierbehandlung. München: Urban und Fischer. 87– 102.

**AHCPR (1992):**

AHCPR Publikation No. 92-0031: 100-107

**Ames NK (1987):**

Left displaced abomasum in dairy cows. Agri-Practice 8: 11–6.

**Benkendoerfer A (1910):**

Zur Klinik und Physiologie der Pansentätigkeit. Diss. vet. med. Gießen: Großherzog. Hess. Ludwigs-Universität.

**Berg D (1976):**

Kardiotokographie. In: Fischer WM (Hrsg.). Kardiotokographie. 2nd ed. Stuttgart: Thieme Verlag. 53–6.

**Braun U, Rauch S (2008):**

Ultrasonographic evaluation of reticular motility during rest, eating, rumination and stress in 30 healthy cows. Vet Rec 163: 571–4.

**Buck A, Focks C, Höll A (1997):**

Theoretische Grundlagen. In: Focks C, Hillebrand N (Hrsg). Traditionelle Chinesische Medizin. Ulm: Gustav Fischer Verlag. 19–49.

**Bundesärztekammer (2010):**

Placebo in der Medizin. 1st ed.: Deutscher Ärzte-Verlag.

**Chang CS, Ko CW, Wu CY, Chen GH (2001):**

Effect of electrical stimulation on acupuncture points in diabetic patients with gastric dysrhythmia: A pilot study. Digestion 64: 184–90.

**Chang CS, Choe JW, Ko CW, Wu CY, Chen GH (2002):**

Cutaneous electrical stimulation of acupuncture points may enhance gastric myoelectrical regularity. Digestion 66: 106–11.

**Choi M, Jung J, Seo M, Lee K, Nam T, Yang I, Yoon Y, Yoon J (2001):**

Ultrasonographic observation of intestinal mobility of dogs after acupunctural stimulation on acupoints ST-36 and BL-27. J Vet Sci 2: 221–6.

**Clauß-Arndt G (2009):**

YIN JE (Körperflüssigkeiten). In: Akademie für Tierärztliche Fortbildung (Hrsg.). Blockkurs, Veterinärakupunktur I und II. Gießen: ATF. 11–7.

**Constable PD, Miller GY, Hoffsis GF, Hull BL, Rings DM (1992a):**

Risk factors for abomasal volvulus and left abomasal displacement in cattle. Am J Vet Res 53: 1184–92.

**Constable PD, St Jean G, Hull BL, Rings DM, Hoffsis GF (1991a):**

Preoperative prognostic indicators in cattle with abomasal volvulus. J Am Vet Med Assoc 198: 2077–85.

**Constable PD, St Jean G, Hull BL, Rings DM, Hoffsis GF (1991b):**

Prognostic value of surgical and postoperative findings in cattle with abomasal volvulus. J Am Vet Med Assoc 199: 892–8.

**Constable PD, St-Jean G, Koenig GR, Hull BL, Rings DM (1992b):**

Abomasal luminal pressure in cattle with abomasal volvulus or left displaced abomasum. J Am Vet Med Assoc 201: 1564–8.

**Coppock CE (1974):**

Displaced abomasum in dairy cattle: etiological factors. J Dairy Sci 578: 926–33.

**Correa MT, Curtis CR, Erb HN, Scarlett JM, Smith RD (1990):**

An ecological analysis of risk factors for postpartum disorders of Holstein-Friesian cows from thirty-two New York farms. J Dairy Sci 73: 1515–24.

**Daniel RC (1983):**

Motility of the rumen and abomasum during hypocalcaemia. Can J Comp Med 47: 276–80.

**Diedrichs M (1996):**

Untersuchungen zum Vorkommen der Labmagenverlagerung bei Rindern in Hessen. Dissertationsschrift Veterinärmedizin Gießen: JLU.

**Dirksen G (1961):**

Vorkommen, Ursachen und Entwicklung der linksseitigen Labmagenverlagerung des Rindes. Dtsch Tierärztl Wochenschr; (68): 8–12.

**Dirksen G (1962):**

Die Erweiterung, Verlagerung und Drehung des Labmagens beim Rind. Habilitationsschrift Veterinärmedizin Hannover: Tierärztliche Hochschule.

**Dirksen G (1967):**

Gegenwärtiger Stand der Diagnostik, Therapie und Prophylaxe der Dislocatio abomasi sinistra beim Rind. Dtsch Tierärztl Wochenschr 74: 625–33.

**Dirksen G (2002a):**

Rechtsseitige Labmagenverlagerung ohne oder mit Drehung. In: Dirksen G, Gründer HD, Ströber M (Hrsg.). Innere Medizin und Chirurgie des Rindes. Berlin: Parey. 487–93.



**Dirksen G (2002b):**

Linksseitige Labmagenverlagerung. In: Dirksen G, Gründer HD, Ströber M (Hrsg). Innere Medizin und Chirurgie des Rindes. Berlin: Parey. 473–87.

**Dirksen G, Kaufmann W (1978):**

Untersuchungen über die Pansenmotorik der Milchkuh im Zeitraum um die Kalbung. In: Untersuchungen über die Pansenmotorik der Milchkuh im Zeitraum um die Kalbung. Berlin: Paul Parey. 144–52.

**Dixon W J (1993):**

BMDP Statistical Software Manual, Volume 1 and 2. University of California Press, Berkley, Los Angeles, London

**Doll K (2007):**

Aktuelles zu den Ursachen der Labmagenverlagerung. Züchtungskunde 1: 59–69.

**Doll K, Sickinger M, Seeger T (2009):**

New aspects in the pathogenesis of abomasal displacement. Vet J 181(2): 90-6

**Dougherty RW, Crumb D (1949):**

A new method for the graphic recording of rumen motility in the intact animal. Cornell Veterinarian 39: 3–10.

**Dung HC (1984a):**

Acupuncture points of cranial nerves. Am J Chin Med 12: 80–92.

**Dung HC (1984b):**

Acupuncture points of the cervical plexus. Am J Chin Med 12: 94–105.

**Dung HC (1985a):**

Acupuncture points of the brachial plexus. Am J Chin Med 13: 49–64.

**Dung HC (1985b):**

Acupuncture points of the typical spinal nerves. Am J Chin Med 13: 39–47.

**Dung HC (1985c):**

Acupuncture points of the lumbar plexus. Am J Chin Med 13: 133–43.

**Dung HC (1985d):**

Acupuncture points of the sacral plexus. Am J Chin Med 13: 145–56.

**Dziuk HE (1964):**

Radiotelemetry for stomach motility studies in ruminants. Med Electron Biol Engng 2: 281–7.

**Egerbacher M (1991):**

Anatomische und histologische Untersuchungen zur Morphologie ausgewählter Akupunkturpunkte am Rumpf beim Rind und Hund. Dissertationsschrift Veterinärmedizin Wien.

**Espersen G (1961):**

Die rechtsseitige Labmagenverlagerung und-erweiterung (Dilatatio abomasi cum dislocatione dextra) beim Rind. Dtsch tierärztl Wschr 68: 2–7.

**Fischer WM (1976):**

Grundlagen der klinischen Wertigkeit der Kardiotokographie. In: Fischer WM (Hrsg.). Kardiotokographie. 2nd ed. Stuttgart: Thieme Verlag.

**Freudenberg K (2010):**

Kontrollierte klinische Studie über den Einfluss einer Akupunkturbehandlung auf die postoperative Entwicklung von Kühen mit linksseitiger Labmagenverlagerung. Dissertationsschrift Veterinärmedizin Gießen: JLU.

**Friedberger F, Fröhner E, editors (1892):**

Lehrbuch der klinischen Untersuchungsmethoden. Stuttgart: Enke Verlag.

**Fubini SL, Gröhn YT, Smith D F (1991):**

Right displacement of the abomasum and abomasal volvulus in dairy cows: 458 cases (1980-1987). J Am Vet Med Assoc 198: 460–4.

**Gasse H (2009):**

Allgemeine strukturelle Merkmale der Akupunkturpunkte. In: Akademie für Tierärztliche Fortbildung (Hrsg.). Einführung in die Veterinärakupunktur. Hannover: ATF. 9–15.

**Geishauser T (1995):**

Abomasal displacement in the bovine a review on character, occurrence, aetiology and pathogenesis. Zentralbl Veterinärmed A 42: 229–51.

**Geishauser T, Diederichs M, Failing K (1996a):**

Vorkommen von Labmagenverlagerung bei Rindern in Hessen. Dtsch Tierärztl Wochenschr 103: 142–4.

**Geishauser T, Reiche D, Seeh C, Thünker B, Verwohlt S, Failing K (1996b):**

pH, Natrium, Kalium, Magnesium, Kalzium, Phosphat und Chlorid im Pansen und Labmageninhalt von Kühen mit Labmagenverlagerung. Dtsch Tierärztl Wochenschr 103: 16–20.

**Geishauser T, Reiche D, Schemann M (1998):**

In vitro motility disorders associated with displaced abomasum in dairy cows. Neurogastroenterol Motil 10: 395–401.

**Goldstein R. (2008):**

The modern approach to the integration of Chinese herbal medicine. In: Goldstein R (Hrsg.). Integrating Complementary Medicine into Veterinary Practice. Ames, Iowa, USA: Willey-Blackwell.

**Gunn CC (1977):**

Type IV acupuncture points. Am J Acupunct 5: 51-51.

**Gunn CC, Ditchburn FG, King MH, Renwick GJ (1976):**

Acupuncture loci: a proposal for their classification according to their relationship to known neutral structures. *Am J Chin Med* 4: 138–95.

**Hof M (1999):**

Prognostische Bedeutung präoperativ erhobener Befunde bei Kühen mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung. Dissertationsschrift Veterinärmedizin Gießen: JLU.

**Hofmann RR, Schnorr B (1982):**

Funktionelle Morphologie des Wiederkäuer-Magens. Stuttgart: Enke Verlag.

**Hull BL, Wass WM (1973b):**

Abomasal displacement. 2. Hypocalcemia as a contributing causative factor. *Vet Med Small Anim Clin* 68: 412.

**Hull BL, Wass WM (1973a):**

Causative factors in abomasal displacement. 1. Literature review. *Vet Med Small Anim Clin* 68: 283–4.

**Hummel M (2005):**

Elektromyographische Verlaufsuntersuchungen bei Kühen nach operativer Reposition einer linksseitigen Labmagenverlagerung. Dissertationsschrift Veterinärmedizin Gießen: JLU.

**Hwang Y, Egerbacher M (2009):**

Anatomie und Klassifikation von Akupunkturpunkten. In: Schoen AM (Hrsg.). *Akupunktur in der Tiermedizin: Lehrbuch und Atlas für die Klein- und Großtierbehandlung*. München: Urban und Fischer. 17–22.

**Jang KH, Lee JM, Nam TC (2003):**

Electroacupuncture and moxibustion for correction of abomasal displacement in dairy cattle. *J Vet Sci* 4: 93–5.

**Johansen H, Boldt E (1970):**

Telemetrisches Registrieren der Pansenmotorik beim Rind. 1. Material und Versuchsmethodik. *Monatsh Veterinärmed* 25: 897–901.

**Kalaitzakis E, Roubies N, Panousis N, Pourliotis K, Kaldrymidou E, Karatzias H (2006):**

Evaluation of ornithine carbomoyl transferase and other serum and liver-derived analytes in diagnosis of fatty liver and postsurgical outcome of left-displaced abomasum in dairy cows. *J Am Vet Med Assoc* 229: 1463–71.

**Karatzias H (1992):**

Untersuchungen über Labmagenverlagerung (Dislocatio abomasi) bei Milchkühen in Griechenland. *Monatsh Veterinärmed* 47: 35–42.

**Kaschner G (2003):**

Untersuchung zur Qualität der fetalen Herzfrequenzregistrierung. Dissertationsschrift Medizin Düsseldorf.

**Kaske M (2005):**

Motorik des Magen-Darm-Kanals. In: Engelhardt W (Hrsg.). Physiologie der Haustiere. Stuttgart: Enke Verlag. 326–43.

**Kienle G (2008):**

Evidenzbasierte Medizin und ärztliche Therapiefreiheit: Vom Durchschnitt zum Individuum. Deutsches Ärzteblatt 105: A-1381/B-1193/C-1161.

**Kim HY, Kwon OK, Nam TC (2000):**

Effect of BL-21 (Wei-Yu) acupoint stimulation on gastric motility following preanesthetic treatment in dogs. J Vet Sci 1: 133–8.

**Kim HY, Hahm DH, Pyun KH, Lee H, Nam TC, Shim I (2006):**

Effect of traditional acupuncture on proximal colonic motility in conscious dogs. J Vet Med Sci 68: 603–7.

**Koenig J, Martin C, Nykamp S, Mintchev M. P. (2008):**

Use of multichannel electrointestinography for noninvasive assessment of myoelectrical activity in cecum and large colon of horses. Am J Vet Res 69: 709–15.

**Koenig J, Martin C, Dobson H, Mintchev M (2009):**

Use of multichannel electrogastography for noninvasive assessment of gastric myoelectrical activity in dogs. Am J Vet Res 70: 11–5.

**Kothbauer O, Meng A (1983):**

Grundlagen der Veterinärakupunktur: Spezielle Akupunktur bei Rind, Schwein und Pferd. Wels: Westermühl.

**Kümper H (1995a):**

Die rechtsseitige Labmagenverlagerung des Rindes: 1. Teil: Entstehungsweise, klinischer Verlauf und Prognose. Tierärztl Praxis 23: 351–9.

**Kümper H (1995b):**

Die rechtsseitige Labmagenverlagerung des Rindes: 2. Teil: Neuere Erkenntnisse zur operativen Behandlung. Tierärztl Praxis 23: 437–42.

**Kümper H, Gründer HD (1997):**

Die differentialdiagnostische Bedeutung von Klingel- und Plätschergeräuschen in der Bauchhöhle des erwachsenen Rindes. Tierärztl Praxis 25: 568–75.

**Lee JM et al. (1998):**

Effect of traditional acupuncture on abomasal motility in Holstein cow, Korean J Vet Clin Med 15: 151-155, 1998. In: Schoen AM (Hrsg.). Akupunktur in der Tiermedizin: Lehrbuch und Atlas für die Klein- und Großtierbehandlung. München: Urban und Fischer.

**Lee JY, Lee MR, Kim JH, Han TS, Kang SS, Bae CS et al. (2007):**

Efficacy of moxibustion after rolling correction in dairy cows with abomasal displacement. Am J Chin Med 35: 63–7.

**Leeuwen E van, Müller K (2002):**

Laparoscopic treatment of the left displaced abomasum in cattle and results of 108 cases under field conditions. Proc XXII. World Buiatrics Congr, Hannover 2002: 33.

**Leuthold M (1932):**

Die Wehenmessung nach Crodel in der praktischen Verwendung. Archiv für Gynäkologie 148(2): 520–40.

**Limehouse JB, Taylor-Limehouse PA (2009):**

Östliche Akupunkturkonzepte. Zitiert nach: Schoen AM (Hrsg.). Akupunktur in der Tiermedizin: Lehrbuch und Atlas für die Klein- und Großtierbehandlung. München: Urban und Fischer. 73– 85.

**Liu T (2007):**

Role of acupuncturists in acupuncture treatment. eCAM (4)1: 3–6.

**Lotthammer KH (1992):**

Epidemiologische Untersuchungen über das Vorkommen von Labmagenverlagerungen (Dislocatio abomasi) in Milchrinderbeständen. Tierärztliche Umschau 47: 320–8.

**Löscher W, Ungemach F, Kroker R (2006):**

Pharmakotherapie der Haus- und Nutztiere. 7th ed. Stuttgart: Parey.

**Mason S, Tovey P, Long AF (2002):**

Evaluating complementary medicine: methodological challenges of randomised controlled trials. BMJ 325: 832–4.

**Massey CD, Wang C, Donovan GA, Beede DK (1993):**

Hypocalcemia at parturition as a risk factor for left displacement of the abomasum in dairy cows. J Am Vet Med Assoc 203: 852–3.

**Mather MF, Dedrick RS (1966):**

Displacement of the abomasum. Cornell Vet 56: 323–44.

**Meng ZQ, Garcia MK, Chiang JS, Peng HT, Shi YQ, Fu J, Liu LM, Liao ZX,**

**Zhang Y, Bei WY, Thornton B, Palmer JL, McQuade J(2010):**

Electro-acupuncture to prevent prolonged postoperative ileus: A randomized clinical trial. World J. Gastroenterol 16: 104–11.

**Mócsy J (1912):**

Der Magen der Wiederkäuer. In: Mócsy J, Marek J (Hrsg). Lehrbuch der klinischen Diagnostik der inneren Krankheiten der Haustiere. Jena: Fischer Verlag. 532–47.

**Nam TC (1997):**

Acupuncture therapy in food animals, ed 2, Seoul, Kwangil Publishing Co, Ltd. Zitiert nach: Schoen AM (Hrsg.) 2009. Akupunktur in der Tiermedizin: Lehrbuch und Atlas für die Klein- und Großtierbehandlung. München: Urban und Fischer. 53

**Nam TC et al. (1992):**

Studies on veterinary acupuncture in Korea, Korean J Vet Clin Med 9: 23-39. Zitiert nach: Schoen AM (Hrsg.) 2009. Akupunktur in der Tiermedizin: Lehrbuch und Atlas für die Klein- und Großtierbehandlung. München: Urban und Fischer. 53

**Nam TC et al. (1997):**

Therapeutic effects of electroacupuncture on rumen disease in cattle, Korean J Vet Clin Med 14: 147-150. Zitiert nach: Schoen AM (Hrsg.) 2009. Akupunktur in der Tiermedizin: Lehrbuch und Atlas für die Klein- und Großtierbehandlung. München: Urban und Fischer. 53

**Nam T, Cheong C, Jo C, Sung Jai-ki (1987):**

Effects of electroacupuncture on motility of the rumen and abomasum of goats. (vom koreanischen/chinesischen übersetzt von Tan Lei Tierarzt aus Gießen) Korean J Vet Res 27: 127–35.

**Nickel R, Schummer A., Seiferle E (2004):**

Vegetatives Nervensystem: Sytema nervosum autonomicum. In: Nickel RSA, Seiferle E (Hrsg). Lehrbuch der Anatomie der Haustiere; IV. 9th ed. Berlin: Parey. 350–85.

**Nikow S (1955):**

Untersuchungen über traumatische Reticuloperitonitis beim Rind. Monatsh Veterinärmed. 17: 385–91.

**Pfeffer E (1987):**

Verdauung im Magen von Wiederkäuern. In: Scheunert A, Trautmann A (Hrsg). Lehrbuch der Veterinär-Physiologie. Berlin: Parey. 38–43.

**Pinsent PJN, Neal PA, Ritchie HE (1961):**

Displacement of bovine abomasum: a review of 80 clinical cases. Vet Rec 73: 729–35.

**Pleticha S, Drillich M, Heuwieser W (2009):**

Evaluation of the Metrichheck device and the gloved hand for the diagnosis of clinical endometritis in dairy cows. J Dairy Sci 92: 5429–35.

**Psyrembel (2001a):**

Kardiotokographie. In: Pschyrembel. 259th ed. Berlin: Walter de Gruyter. 833.

**Psyrembel (2001b):**

Tokographie. In: Pschyrembel. 259th ed. Berlin: Walter de Gruyter. 1667.

**Rehage J, Mertens M, Stockhofe-Zurwieden N, Kaske M, Scholz H (1996):**

Post surgical convalescence of dairy cows with left abomasal displacement in relation to fatty liver. Schweiz. Arch Tierheilkd. 138: 361–8.

**Riley JL (1986):**

A radio telemetering capsule and demodulator for recording rumen motility. Cornell Veterinarian 76: 348–53.

**Riley JL, Cook HM (1974):**

A small, inexpensive radiotelemetry capsule for measuring rumen motility. Cornell Veterinarian 64: 225–32.

**Rohn M, Tenhagen B, Hofmann W (2004):**

Survival of dairy cows after surgery to correct abomasal displacement: 1. Clinical and laboratory parameters and overall survival. J Vet Med A Physiol Pathol Clin Med. 5 (6): 294–9.

**Roloff N (2007):**

Kontrollierte klinische Studie über die Auswertung einer Infusion mit hypertoner Kochsalzlösung auf die Kreislagsituation bei Kühen mit rechtsseitiger Labmagenvorlagerung. Dissertationsschrift Veterinärmedizin Gießen: JLU.

**Rosenberger G (1964):**

Die klinische Untersuchung des Rindes. Berlin: Paul Parey Verlag.

**Salomon FV (2008):**

Mehrhöhliger Magen. In: Salomon FV, Geyer H, Gille U (Hrsg). Anatomie für die Tiermedizin. 2nd ed. Stuttgart: Enke Verlag. 283–93.

**Shiotani A, Tatewaki M, Hoshino E, Takahashi T (2004):**

Effects of electroacupuncture on gastric myoelectrical activity in healthy humans. Neurogastroenterol Motil 16: 293–8.

**Sickinger M (2007):**

Neuropeptidgehalt der bovinen Labmagenwand in Abhängigkeit von Rasse und Vorlagerungszustand. Dissertationsschrift Veterinärmedizin Gießen: JLU.

**Seeger, T (2004):**

Kontrollierte klinische Studie über die laparoskopische Behandlung von Kühen mit linksseitiger Labmagenvorlagerung (Methode nach Janowitz) im Vergleich zur Reposition mit Omentopexie nach Laparotomie von rechts (Methode nach Dirksen). Dissertationsschrift Veterinärmedizin Gießen: JLU.

**Slanina L, Rudic M (1958):**

Rumenograf for clinical purposes (slowakisch). Veterináryství 8: 224–5.

**Spätling L, Behrens C, Hasenburg AFF (1997):**

External four channel tocography in preterm labour. First results. J Perinat Med 25: 43–8.

**Sterner KE, Grymer J, Bartlett PC, Miekstyn MJ (2008):**

Factors influencing the survival of dairy cows after correction of left displaced abomasum. J Am Vet Med Assoc 232: 1521–9.

**Stöber M, Gründer HD (1990):**

Kreislauf. In: Dirksen G, Gründer HD, Ströber M (Hrsg). Die klinische Untersuchung des Rindes, 3. Auflage. Berlin und Hamburg: Verlag Parey. 194-241

**Svendsen P (1969):**

Etiology and pathogenesis of abomasal displacement in cattle. Nord Vet Med 21 (Suppl. 1): 1–60.

**Tammen I, Tammen C, Tammen I (1995):**

Erfahrungen mit der konservativen Therapie der linksseitigen Labmagenverlagerung des Rindes in der Praxis. Tierärztliche Praxis 76: 707–9.

**Taguchi K, Satoh T, Hirota K (1992):**

Relationship between halftime for sulfobromophthalein clearance and post-surgical prognosis in cows with abomasal displacement. J Vet Med Sci 54: 425–8.

**Teixeira AF, Wedel T, Krammer HJ, Kühnel W (1998):**

Structural differences of the enteric nervous system in the cattle forestomach revealed by whole mount immunohistochemistry. Ann Anat 5: 393–400.

**Vlaminck K, van Meirhaeghe C, van Den Hende C, Oyaert W, Muylle E (1985):**

Einfluß von Endotoxinen auf die Labmagenentleerung beim Rind. Dtsch Tierärztl Wochenschr 92: 392–5.

**Vollmerhaus B, Roos H (2004):**

Magen von Rind, Schaf und Ziege. In: Nickel RSA, Seiferle E (Hrsg). Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. 9th ed. Berlin: Parey. 169–81.

**Weiß A (2009a):**

Qi. In: Akademie für Tierärztliche Fortbildung (Hrsg.). Einführung in die Veterinärakupunktur. Hannover: ATF. 27–9.

**Weiß A (2009b):**

Yin -Yang, Meridianordnung, 8 Leitkriterien. In: Akademie für Tierärztliche Fortbildung (Hrsg.). Einführung in die Veterinärakupunktur. Hannover: ATF. 51–5.

**Weiß A (2009c):**

Stimulationstechnik. In: Akademie für Tierärztliche Fortbildung (Hrsg.). Einführung in die Veterinärakupunktur. Hannover: ATF. 19–21.

**Weiß A (2009d):**

Funktionskreis Magen-Milz. In: Akademie für Tierärztliche Fortbildung (Hrsg.). Blockkurs Veterinärakupunktur I und II. Gießen: ATF. 27–9.

**Weiß A (2011):**

Pathologie von Milz und Magen. In: Akademie für Tierärztliche Fortbildung (Hrsg.). Veterinärakupunktur Grundkurs VI. Gießen: ATF. 36–48.

**Werner M, Heil B, Spätling L (2000):**

Vierkanaltokograph für die Forschung und den klinischen Einsatz in der Geburtshilfe. Wiesbaden: Hessisches Ministerium für Wissenschaft und Kunst.

**Werner M (2012):**

Projektbereich: Signalverarbeitung für die Ruminographie. Fulda: Hochschule Fulda.



**Wester J (1926):**

Die Physiologie und Pathologie der Vormägen beim Rind. Berlin: Schoetz.

**Westermayer E (1979):**

Atlas der Akupunktur des Rindes. Schorndorf: WBV.

**Willeberg P, Grymer J, Hesselholt M (1982):**

Left displacement of the abomasum: relationship to age and medical history. Nord Vet Med 34(11): 404–11.

**Witt CM, Chesney M, Gliklich R, Green L, Lewith G, Luce B, McCaffrey A, Rafferty Withers S, Sox HC, Tunis S, Berman BM (2012):**

Building a strategic framework for comparative effectiveness research in complementary and integrative medicine. Evid Based Complement Alternat Med 2012:531096

**Wittek T, Schreiber K, Füll M, Constable PD (2005):**

Use of the D-xylose absorption test to measure abomasal emptying rate in healthy lactating Holstein-Friesian cows and in cows with left displaced abomasum or abomasal volvulus. J Vet Intern Med 19(6): 905- 13

**Wolf V, Hamann H, Scholz H, Distel O. (2001):**

Einflüsse auf das Auftreten von Labmagenverlagerungen bei Deutschen Holstein Kühen. Dtsch Tierärztl Wochenschr 108: 403–8.

**Wynn SG, Luna SPL, Liu H, Xie H, Nam TC, Chie CH (2009):**

Akupunkturforschung weltweit: bisher nicht übersetzte Studien. In: Schoen AM (Hrsg.) 2009. Akupunktur in der Tiermedizin: Lehrbuch und Atlas für die Klein- und Großtierbehandlung. München: Urban und Fischer. 49–71.

## 8 Anhang

### 8.1 Untersuchungsbögen zur Dokumentation der Patientendaten

#### 8.1.1 Signalement und Anamnese

##### Protokollbogen zur Erfassung des Signalements und der Anamnese

Probanden-Nr: \_\_\_\_\_ Kliniks-Nr: \_\_\_\_\_ Aufnahme datum: \_\_\_\_\_

☐ Versuchsgruppe

☐ Kontrollgruppe

##### Signalement und Anamnese

Besitzerdaten		
Besitzer:		
Ort:	Straße:	Telefon:
Bestandsdaten		
Anzahl Milchkühe:	Durchschnittliche Milchleistung (kg):	
Haltung:	Fütterung:	
BHV1-Status:	BVD-Status:	
Signalement		
Rasse:	Alter (a):	Geschlecht:
Gewicht (kg):	Ohrmarkennummer:	Sonstiges:
Anamnese		
Krank seit:	Einstellungsdatum:	
Letzte Kalbung:	Trächtigkeit:	
Symptome:		
Vorbehandlung:		

## 8.1.2 Aufnahmeuntersuchung

### Protokollbogen zur Erfassung der Befunde der Aufnahmeuntersuchung

Datum: \_\_\_\_\_

Probanden-Nr: \_\_\_\_\_ Kliniks-Nr: \_\_\_\_\_

☐ Versuchsgruppe

☐ Kontrollgruppe

#### Aufnahmeuntersuchung

Allgemeine Untersuchung		
Haltung:	Verhalten:	Ernährungszustand:
Atemfrequenz:	Herzfrequenz:	Temperatur:
Haarkleid:	Hautturgor:	Lymphknoten:
Atemtyp:	Auskultation:	Lungenperkussion:
Herzfrequenz:	Intensität:	Rhythmus:
Abgesetztheit:	Nebengeräusche:	Skleralgefäße:
Schleimhäute:	Venen:	
Bewegungsapparat:	Klauen:	ZNS und Sinnesorgane:
Verdauungsapparat		
Futteraufnahme:	Pansen Mot./ 2'Int.:	Pansen Füllung:
Pansenschichtung:	PA:	SA:
Rückengriff:	Schmerzperkussion:	Stabprobe:
Bauchdecke:	Leberperkussion:	
Rektal		
Darmbeinlymphknoten:	Aortenlymphknoten:	Pansenlymphknoten:
Unterdruck:	Bauchfell:	Pansen:
Niere:	Geschlechtsapparat:	Sonstiges:
Kot		
Farbe:	Zerkleinerungsgrad:	Konsistenz:
Beimenungen:		
Katheter-/ Spontanharn		
Farbe:	Transparenz:	Spezifisches Gewicht:
pH-Wert:	Nitrit:	Eiweiß:

Glukose:	Ketosegrad:	Sonstiges:
Euter:	Milch:	CMT:
Sonstige Befunde:		
Diagnosen		
1.	2.	3.
4.	5.	6.
Blutbild		<b><u>Operationsbefund</u></b>
Ery 5-8 T/l		
HB 5,6-8,1 mmol/l		
Hkt 0,28-0,36l/l		
Thrombo 200-800xG/l		
Leuko 4-10 G/l		
Substrate und Proteine		
β-HBH -1mmol/l		
Hst -5,5 mmol/l		
GB -8,5 μmol/l		
Elektrolyte und Spurenelemente		
Na 135-150 mmol/l		
K 4-5 mmol/l		
Cl 90-105 mmol/l		
ion Ca 1,1- 1,3 mmol/l		
HCO <sup>3</sup> akt mmol/l		
BE(B) mmol/l		
pH-Wert		

### 8.1.3 Ruminographiedaten

	Tag 0	Tag 1a	Tag 1b	Tag 2	Tag 3a	Tag 3b	Tag 4
Rumniographie							
Anzahl der Signalkomplexe in 30 min							
Mittlere Wirkfläche Signalkomplexe inNs							
Wirkfläche Signalkomplexe in Ns							
Gesamtwirkfläche in Ns							
Therapieerfolg (Steigerung 30%)							
Anzahl der Signalkomplexe in 30 min							
Mittlere Wirkfläche Signalkomplexe inNs							
Wirkfläche Signalkomplexe in Ns							
Gesamtwirkfläche in Ns							
Blutuntersuchung							
Base-Excess (mmol/l)							
$\beta$ -Hydroxybutyrat (mmol/l)							
Klinische Untersuchung							
Milchleistung (l)		/		/	/		/

### 8.1.4 Verlaufsuntersuchung

**Protokollbogen zur Erfassung der Befunde der Verlaufsuntersuchung nicht berücksichtigter Parameter**

Probanden-Nr: \_\_\_\_\_

Kliniks-Nr: \_\_\_\_\_

☐ Versuchsgruppe

☐ Kontrollgruppe

#### Verlaufsuntersuchung

	Tag 0	Tag 1a	Tag 1b	Tag 2	Tag 3	Tag 3b	Tag 4
Allgemeinbefinden							
Temperatur (°C)							
Herzfrequenz							
Atemfrequenz							
PA							
SA							
Pa Int./2'							

Futtermaufnahme						
Kot						
Bauchdeckenspannung						
Sonstige Befunde						

### 8.1.5 Nachuntersuchung

#### Protokollbogen zur Erfassung der Befunde der Nachuntersuchung

Probanden-Nr.: \_\_\_\_\_ Kliniks-Nr.: \_\_\_\_\_ ☐ Versuchsgruppe  
☐ Kontrollgruppe

#### Nachuntersuchung

Haltung:	Verhalten:	Ernährungszustand:
Atemfrequenz:	Herzfrequenz:	Temperatur:
Hautturgor:	Lymphknoten:	Schleimhäute:
Atemtyp:	Auskultation:	Lungenperkussion:
Herzfrequenz:	Intensität:	Rhythmus:
Abgesetztheit:	Nebengeräusche:	Skleralgefäße:
Futtermaufnahme:	Pansen Mot./ 2'Int.:	Pansen Füllung:
Pansenschichtung:	PA:	SA:
Rückengriff:	Schmerzperkussion:	Stabprobe:
Bauchdecke:	Leberperkussion:	
Kot		
Farbe:	Zerkleinerungsgrad:	Konsistenz:
Beimengungen:		
Bauchdeckennaht:	Sonstige Befunde:	

## 8.2 Tabellen

### 8.2.1 Tabellarische Übersicht der Baselinedaten der Studientiere (Tab. 25 und 26 Akupunkturgruppe, Tab. 27 und 28 Kontrollgruppe)

Tab. 25: Übersicht über Rasse, Alter, Erkrankungsdauer, Auftreten der Labmagenverlagerung in zeitlichem Abstand zur Kalbung, Trächtigkeitsdauer und Drehungsgrad von Lab- und Blättermagen der Studientiere der Akupunkturgruppe

Proband	Signalement	Anamnese					
<u>Akupunkturgruppe</u>	Rasse	Alter (a)	Krankheitsdauer (d)	Tage seit Kalbung	Trächtigkeit (m)	LM-drehung	BM-drehung
1	SBT	4,5	3	7		180	
3	SBT	3	3	56		450	360
7	SBT	3	3	5		360	180
9	SBT	2	4	56		180	
10	SBT	3	5		2	360	180
11	RBT	4	1	3		180	
16	SBT	3	7	25		180	
17	RBT	3	1	23		180	
19	SBT	4	2	42		180	
20	SBT	3	1	2		180	
24	RBT	5	2	3		180	
25	SBT	2	14	14		180	90
27	SBT	4,5	2	9		180	
28	SBT	3,5	5	90		360	180
30	RDN	4	2	22		180	
32	SBT	4	2	14		360	180
33	SBT	2	2	7		180	
37	SBT	6	2	4		360	180
38	RBT	3	10	10		180	
39	SBT	4	2	66		180	
41	SBT	4	1	7		360	180
42	MRxMR	3	4	8		360	180
46	SBT	3,5	4	210		360	180
49	SBT	5	1	20		180	
50	SBT	5	2	14		90	
51	SBT	11	14	14		180	
53	SBT	5	7	15		180	
54	SBT	4,5	4	50		270	
56	SBT	5	2	5		180	
60	SBT	7	3	21		360	180
61	RBT	4	4	20		180	
64	RBT	8	29	29		180	
65	SBT	5	2		4	360	180
68	SBT	4,5	6	7		180	
70	RBT	7	21		1	180	
73	FV	7	3	14		360	
74	SBT	4,5	8	56		360	180
76	SBT	5	5	14		360	
77	SBT	7,5	6	6		270	

80	RVA Angl.	3	2	7		360	
----	-----------	---	---	---	--	-----	--

**Tab. 26: Übersicht über Body-Condition-Score, Körpertemperatur, Herzfrequenz (HF), Atemfrequenz (AF), Kalium (K), Natrium (Na), Chlorid (Cl), Base Excess (BE), Hämatokrit(Hkt), Serumkonzentrationen: Gesamtbilirubin (GB), Harnstoff (Hst), ionisiertes Calcium (ion Ca) und  $\beta$ -Hydroxybutyrat ( $\beta$ -HBA) der Studientiere der Akupunkturgruppe**

**Tag der OP**

**Proband**

**Klinik**

**Laborwerte**

Akupunktur- gruppe	BCS	Temp	HF	AF	GB	Hst	ion Ca	K	Na	Cl	BE	Hkt	$\beta$ -HBA
1	3,75	39,5	64	64	12,9	4,07	1,12	3,2	136	94	-6,6	0,33	4,26
3	3,25	38,9	80	20	<5,5	6,67	1,04	3,2	140	89	1,4	0,44	0,17
7	3,5	39,2	80	24	16	4,82	0,97	3,59	138	97	5	0,3	1,35
9	3	39,1	60	40	<8,5	<3,33	1,27	3,66	137	105	-3,1	0,36	0,49
10	3,25	39,4	96	40	<8,5	<3,33	1,04	3,44	132	90	6,7	0,3	0,2
11	3,5	39,4	66	32	10,1	8,5	1,03	3,9	135	93	-1,6	0,34	0,61
16	3	38,2	52	16	<8,5	4,13	1,09	3,13	130	99	-1,5	0,4	0,22
17	3,25	39,1	92	20	8,9	4,49	0,94	2,29	129	92	5,2	0,34	0,26
19	2,75	38,6	68	20	13,3	5,35	1,09	3,35	133	103	-3,9	0,36	0,25
20	3,75	38,8	84	28	14,4	5,23	0,9	3,33	139	99	0,6	0,33	0,72
24	3,75	38,5	68	36	36,1	6,2	0,84	3,14	140	96	2,7	0,36	0,99
25	3,5	38,3	80	28	12,4	3,62	1,07	3,24	135	98	6,3	0,35	0,48
27	3,25	38,9	72	28	11	6,6	0,99	2,93	135	87	5,7	0,43	0,72
28	3	39	80	40	<8,5	7,1	1,03	2,79	132	93	3,6	0,32	0,44
30	3,25	39,4	88	32	19,8	5,19	0,84	2,15	134	83	15	0,36	0,76
32	3	38,7	56	24	13,5	15	1,06	3,67	126	85	-0,1	0,47	0,74
33	3	38,5	84	24	29,1	4,1	0,98	2,89	137	98	6,4	0,31	0,98
37	3	38,6	52	20	<8,5	7,62	0,95	3,02	136	95	-3,4	0,36	0,16
38	3	38,2	52	20	11,5	3,89	1,02	2,68	132	89	7,7	0,34	0,6
39	3	38,5	80	28	<8,5	17,8	1,02	3,12	128	95	5,6	0,37	0,46
41	3,25	38,5	84	28	<8,5	7,6	0,94	3,09	134	85	1	0,35	0,56
42	3,25	39,2	100	40	15,7	27,7	0,82	2,44	132	70	23	0,31	0,48
46	3	38,1	92	24	<8,5	4,7	1,03	3,37	134	94	8,3	0,29	0,11
49	3,5	38,5	80	28	11,1	9,58	0,86	3,5	136	86	4,1	0,36	2,92
50	3	38,5	88	36	15,4	3,4	0,73	1,77	132	73	18,7	0,38	0,69
51	2,75	38,5	80	36	18,2	3,3	0,91	3,49	132	92	5,5	0,28	4,92
53	3,25	39,2	120	28	<8,5	12,7	1,03	3,54	129	96	-3,4	0,38	0,5
54	3	38	120	32	<8,5	30,3	1,36	2,15	125	43	23,7	0,42	0,02
56	3,5	37,8	92	24	23,3	25,1	0,77	2,09	132	66	24,9	0,43	0,18
60	3,25	38,8	80	20	11,3	3,7	0,98	3,35	131	92	3,5	0,32	0,27
61	2,75	38,9	64	24	23,4	6,5	1,01	2,87	133	94	3,6	0,4	0,41
64	3,25	38,6	76	20	<8,5	<3,3	1	3,58	133	92	1,3	0,32	1,8
65	3,5	38	60	40	11,7	8	0,83	2,88	130	100	8,9	0,38	0,32
68	2,5	37,1	68	20	<8,5	10,2	1,13	2,71	136	91	-0,9	0,33	0,95
70	2,75	38,5	56	20	10,2	8,2	1,06	2,94	137	82	12,5	0,29	0,25
73	3,75	39	80	60	12,6	4,9	1,06	2,8	138	94	4,7	0,35	0,5
74	3	38,8	160	40	<8,5	9,3	1,01	2,41	129	83	0	0,15	0,58
76	3	38,8	100	24	18,6	7,4	1,73	3,1	129	78	2,6	0,3	0,4
77	3,75	39,1	68	20	<8,5	7,03	1,18	3,3	149	103	9,2	0,31	0,17
80	3	38,4	100	40	11,3	6,8	1,13	3,33	136	88	0,9	0,43	0,47



**Tab. 27: Übersicht über Rasse, Alter, Erkrankungsdauer, Auftreten der Labmagenverlagerung in zeitlichem Abstand zur Kalbung, Trächtigkeitsdauer und Drehungsgrad von Lab- und Blättermagen der Studientiere der Kontrollgruppe**

Proband		Signalement	Anamnese				
Kontroll- gruppe	Rasse	Alter (a)	Krankheits- dauer (d)	Tage seit Kalbung	Trächtigkeit (m)	LM- drehung	BM- drehung
2	RBT	5	1		4	360	
4	RBT	3	28	70		360	180
5	SBT	2,5	14	14		180	180
6	RBT	5	10	10		180	90
8	SBT	3	1	4		180	
12	RBT	5	9	9		360	180
13	RBT	5	1	90		180	90
14	RBT	6	14		1	360	180
15	SBT	4,5	4	16		180	
18	SBT	4	14	14		180	90
21	SBT	4	2	4		180	
22	SBT	4	2	7		180	
23	SBT	8	2	90		180	
26	SBT	5,5	2		4	180	
29	RBT	6	5	14		360	180
31	SBT	5,5	1	48		180	
34	RBT	4	2	14		360	
35	RBT	6	4	14		180	
36	SBT	3	1	35		180	
40	SBT	3	7		2	180	
43	SBT	8	2	5		260	
44	RV	4	2	35		260	180
45	FV	6	2	4		180	90
47	SBT	5,5	2		3	260	180
48	SBT	3	2	90		90	
52	SBT	3	2	90		360	180
55	SBT	5	2		7	360	
57	SBT	6	2	10		360	
58	SBT	3,5	3		4	180	
59	RBT	3,5	2	9		360	180
62	RBT	5,5	2	2		360	180
63	SBT	2,5	2		1	360	180
66	RBT	2,5	10	14		360	
67	SBT	6,5	2	4		180	
69	RBT	2	4	32		180	
71	SBT	3	2	2		180	
72	SBT	4,5	7	7		360	180
75	SBT	6	2	15		180	
78	SBT	5	2	70		180	
79	SBT	9	2	5		360	90

**Tab. 28: Übersicht über Body-Condition-Score, Körpertemperatur, Herzfrequenz (HF), Atemfrequenz (AF), Kalium (K), Natrium (Na), Chlorid (Cl), Base Excess (BE), Hämatokrit(Hkt), Serumkonzentrationen: Gesamtbilirubin (GB), Harnstoff (Hst), ionisiertes Calcium (ion Ca) und  $\beta$ -Hydroxybutyrat ( $\beta$ -HBA) der Studientiere der Kontrollgruppe**

**Tag der OP**

**Proband Klinik**

**Laborwerte**

Kontroll- gruppe	BCS	Temp	HF	AF	GB	Hst	ion Ca	K	Na	Cl	BE	Hkt	$\beta$ -HBA
2	3,5	38,8	64	32	17	23,9	0,96	2,26	133	73	21,7	0,33	0,08
4	2,5	37	90	20	10,7	6,98	1,07	3,26	140	92	-7,3	0,47	0,46
5	2,5	38,8	72	32	14,4	12,2	1,09	2,31	141	98	10,4	0,43	0,28
6	3,5	39,3	64	36	19,3	0,34	1,16	2,14	131	91	-11	0,34	8,33
8	3,5	38,9	72	28	18,6	4,91	1,04	3,31	136	93	1,4	0,35	1,86
12	3,5	39,4	60	24	17,5	5,64	0,94	2,86	139	87	9,4	0,37	1,5
13	2,75	39,4	120	48	<8,5	7,06	1	3,66	134	92	1,5	0,33	0,27
14	3	38,5	100	20	<8,5	9,5	1,08	2,68	130	77	13,4	0,25	0,36
15	3,25	38,4	80	36	11,7	<3,3	1,18	3,3	138	97	8,4	0,32	0,45
18	2,75	38,6	80	24	14,8	<3,3	1,07	3,69	138	103	3,8	0,29	1,89
21	3,5	39,2	88	36	12,4	7,9	0,99	3,53	135	95	-0,1	0,36	1,95
22	3,25	38,9	60	28	17,9	4,8	0,92	2,96	139	95	-1,5	0,29	0,62
23	3	38,2	84	24	<8,5	4	1,13	4,03	133	102	-3,1	0,28	0,21
26	3,25	38,7	84	44	<8,5	4,66	1,05	3,24	137	101	3,9	0,32	0,39
29	3	38,6	68	32	15,7	3,94	1,06	3,85	134	92	8,5	0,28	1,33
31	3	38,6	124	32	<8,5	5,9	0,97	2,84	133	92	5,3	0,26	1,34
34	3,5	38,4	88	24	11,3	21,5	0,79	2,51	134	75	16,6	0,43	0,47
35	3	39,2	120	32	14,9	8,9	0,87	1,88	139	66	30	0,4	0,43
36	3,5	38,9	88	60	<8,5	22,9	1,17	3,47	142	80	1	0,4	0,15
40	3,5	38,5	68	24	<8,5	<3,3	1	3,13	142	98	5	0,28	0,53
43	3,5	37,5	72	32	8,8	<3,3	1,12	3,71	137	94	0,8	0,29	2,25
44	3,25	38,5	76	32	10,3	11,5	0,95	2,3	129	81	11,5	0,33	0,22
45	4	38,5	88	36	16,2	15,2	0,89	2,6	136	95	10,2	0,4	0,34
47	3,5	39,1	100	48	<8,5	8,7	1,15	3,73	131	86	-0,1	0,48	0,78
48	3	38,8	68	40	12,5	4,9	0,97	2,4	130	83	10,8	0,38	0,23
52	3	38,2	68	20	12,6	17,3	0,89	2,33	132	81	13,9	0,37	0,29
55	2,75	37,8	88	20	15,1	25,8	0,78	2,35	130	62	29,9	0,41	0,5
57	4	38,7	84	24	28,8	6,98	1,17	3,72	132	98	-0,5	0,22	0,19
58	3,75	38,3	56	28	<8,5	5,21	1,07	3,39	131	97	-0,8	0,33	0,28
59	3	38,9	64	28	<8,5	6,45	1,01	5,1	137	94	6	0,32	0,34
62	3,75	38,3	80	40	9	4,9	0,72	3,79	139	99	-0,5	0,33	0,3
63	2,75	37,8	120	20	<8,5	17,9	0,83	2,6	136	80	14,1	0,39	0,22
66	2,75	39,5	120	40	<8,5	10,3	0,95	2,34	133	92	10,8	0,23	0,2
67	3,5	38,5	60	32	12,8	4,7	0,98	3,74	138	95	5,5	0,32	1,1
69	2,75	39,4	72	32	11	6,27	1,1	3,61	138	94	-0,6	0,36	3,15
71	3	38,8	80	40	17,4	11,3	1	3,25	134	88	-0,7	0,42	0,46
72	3	38	100	56	9,5	22,7	1,23	3,07	134	80	-4	0,41	0,24
75	3,25	38,9	88	44	<8,5	9,35	0,96	3,14	136	92	5,7	0,43	0,5
78	3,25	38,6	100	20	<8,5	3,5	1,25	3,53	147	90	6,5	0,38	0,24
79	3,25	39,2	80	40	<8,5	14,4	1,57	3,53	136	88	-2,3	0,38	0,16

## 8.2.2 Tabellarische Übersicht über die Ruminographiedaten der Studientiere (Tab. 29 und 30 Akupunkturgruppe, Tab. 31 und 32 Kontrollgruppe)

**Tab. 29 : Übersicht über Gesamtwirkfläche und Gesamtwirkfläche Signalkomplexe in Newton x Sekunde (Ns) der Studientiere der Akupunkturgruppe**

Proband	Gesamtwirkfläche (Ns)				Gesamtwirkfläche Signalkomplexe (Ns)			
	Tag 1a	Tag 1b	Tag 3a	Tag 3b	Tag 1a	Tag 1b	Tag 3a	Tag 3b
1	652,01	728,85	519,37	604,76	572,27	671,53	434,15	516,23
3	1399,63	1035,26	209,1	248,19	1348,37	994	187,56	204,23
7	26,5	35,39	244,84	209,62	0	2,28	213,92	177,4
9	273,76	622,07	508,37	835,93	151,59	524,48	408,22	752,29
10	159,81	168,73	217,3	266,9	109,45	116,31	147,75	216,05
11	58,89	154,7	366,59	369,11	4,46	101,45	280,6	260,95
16	90,85	217,52	174,2	120,58	20,57	52,67	88,25	41,66
17	108,66	204,16	277,87	163,75	59,44	146,16	216,13	123,48
19	32,66	2,2	54,8	181,58	0,98	0	0	54,8
20	275,32	279,69	128,82	146,69	121,98	138,51	44,72	48,8
24	317,85	490,31	434,01	523,49	244,79	386,6	325,31	438,98
25	529,79	375,29	347,57	349,1	434,01	259,66	268,63	269,47
27	131,24	114,28	79,14	36,7	63,04	46,81	34,85	10,51
28	609,87	480,85	652,92	246,86	511,41	372,28	565,85	111,68
30	101,09	307,62	73,17	169,48	32,31	204,23	13,78	85,18
32	188,04	125,67	284,12	65,46	153,66	57,18	185,17	34,8
33	64,75	47,85	61,19	165,63	6,63	10,35	10,84	92,68
37	422,55	334,53	132,95	276,76	337,39	237,66	38,39	176,54
38	630,35	636,69	445,88	725,12	536,6	536,92	363,68	658,76
39	102,14	54,7	290,76	993,64	34,97	15,22	175,3	973,74
41	205,8	181,84	407,21	242,85	147,95	129,82	312,17	179,96
42	32,41	17,8	319,16	339,8	18,59	9,07	248,8	259,07
46	287,59	188,93	313,41	456,32	230,65	124,84	239,55	344,73
49	173,08	156,13	143,18	301,69	70,3	81,62	74,28	187,78
50	250,36	106,88	42,36	260,33	136,36	46,39	5,82	213,15
51	8,7	1,2	39,46	35,99	0	0	2,1	5,01
53	194,74	269,39	821,67	675,96	106,31	152,02	748,8	593,41
54	107,46	54,84	127,39	5,12	45,9	17,45	54,91	1,07
56	61,11	63,13	82,86	304,89	26,15	26,3	30,64	206,2
60	105,5	13,99	140,44	225,83	55,1	8,11	33,17	83,15
*61	42,58	18,9			1,06	2,2		
64	72,21	6,8	52,33	15	53,38	0	13,32	0
65	262,79	172,78	84,47	349,48	182,91	101,46	47,28	297,29
68	19,16	122,07	85,64	29,26	6,58	106,74	50,89	14,1
70	109,48	372,68	455,44	456,73	59,72	290,64	302,99	390,63
73	18,48	65,62	145,02	116,61	3,19	39,62	120,07	92,23
74	25,2	5,87	20,62	0	0	2,01	2,95	0
*76	370,65	323,53			298,29	223,23		
77	548,22	465,63	37,04	37,48	516,37	416,1	14,35	13,65
80	21,78	174,01	437,3	35,91	3,3	117,94	353,63	351,03

\* drop out

**Tab. 30 : Übersicht über Mittlere Wirkfläche Signalkomplexe in Newton x Sekunde (Ns), Anzahl Signalkomplexe der Studentiere der Akupunkturgruppe**

Proband	Mittlere Wirkfläche Signalkomplexe (Ns)				Signalkomplexe			
	Tag 1a	Tag 1b	Tag 3a	Tag 3b	Tag 1a	Tag 1b	Tag 3a	Tag 3b
1	5,5	7,99	5,79	6,3	104	84	75	82
3	16,44	12,27	4,17	4,44	82	81	45	46
7	0	1,14	4,28	4,03	0	2	50	44
9	3,03	6,32	4,59	7,38	50	83	89	102
10	4,05	3,23	3,99	4,5	27	36	37	48
11	4,46	4,23	3,74	3,95	1	24	75	66
16	4,11	2,03	3,27	3,2	5	26	27	13
17	1,8	2,87	3,49	2,87	33	51	62	43
19	0,98	0	0	2,19	1	0	0	25
20	3,3	3,08	2,79	1,81	37	45	16	27
24	5,44	4,14	4,65	5,29	45	89	70	83
25	5,95	3,93	3,89	4,08	73	66	69	66
27	3,32	5,16	1,94	1,5	19	11	18	7
28	6,82	4,83	7,97	2,03	75	77	71	55
30	4,04	4,44	2,76	3,55	8	46	5	24
32	5,91	2,2	3,37	2,18	26	26	55	16
33	2,21	1,73	1,35	4,21	3	6	8	22
37	7,03	4,17	1,83	3,76	48	57	21	47
38	6,02	5,97	6,06	6,65	89	90	60	99
39	2,06	1,9	3,9	7,92	17	8	45	123
41	3,52	2,65	5,29	5	42	49	59	36
42	6,2	4,53	4,61	4,55	3	2	54	57
46	3,6	4,16	3,61	5,15	64	30	66	67
49	1,95	5,44	2,06	5,08	36	15	36	37
50	5,83	2,9	1,16	6,88	28	16	5	31
51	0	0	1,05	1,25	0	0	2	4
53	3,43	2,62	8,32	6,31	31	58	90	94
54	1,91	1,59	3,66	1,07	24	11	15	1
56	3,74	3,76	2,04	2,9	7	7	15	71
60	2,5	2,03	1,44	2,97	22	4	23	28
*61	1,06	1,1			1	2		
64	8,9	0	1,9	0	6	0	7	0
65	3,1	1,99	1,75	5,61	59	51	27	53
68	6,58	4,27	7,27	2,82	1	25	7	5
70	2,71	5,38	7,3	6,2	22	54	64	63
73	1,6	3,3	4,45	4,61	2	12	27	20
74	0	2,01	1,47	0	0	1	2	0
*76	4,97	3,78			60	59		
77	10,12	8,16	2,87	2,73	51	51	5	5
80	1,1	3,37	4,84	5,32	3	35	73	66

\* drop out

**Tab. 31 : Übersicht über Gesamtwirkfläche und Gesamtwirkfläche Signalkomplexe in Newton x Sekunde (Ns) der Studentiere der Kontrollgruppe**

Proband	Gesamtwirkfläche (Ns)				Gesamtwirkfläche Signalkomplexe (Ns)			
	Tag 1a	Tag 1b	Tag 3a	Tag 3b	Tag 1a	Tag 1b	Tag 3a	Tag 3b
*2	1110,1	957,28			1088,83	929,4		
4	93,25	93,25	296,59	416,2	70,41	70,41	249,46	362,28
5	121,3	121,01	212,16	258,3	66,28	60,95	145,45	194,56
*6	56,08	120,03			17,54	74,97		
8	91,77	187,01	173,13	87,99	18,08	106,89	103,64	30,72
12	5,45	0,5	298,21	19,18	1,37	0	197,01	1,01
13	578,73	933,1	523,88	701,17	500,09	878,14	433,09	628,64
14	196,31	167,78	211,11	56,4	123,77	99,4	167,29	27,11
15	50,68	72,2	189,51	136,64	2,37	8,84	79,55	47,62
18	186,14	175,55	295,24	317,76	87,7	90,7	165,38	222,03
21	250,53	462,33	493,63	74,44	332	365,87	391,2	250,8
22	201,72	380,06	587,9	763,52	96,71	249,7	505,24	710,95
23	815,75	1049,51	883,76	1744,29	747,48	995,69	834,47	1722,42
26	379,28	610,83	235,24	852,61	307,86	531,34	160,87	807,3
29	83,59	161,31	63,57	49,75	11,37	62,71	19,42	6,37
31	141,08	131,15	238,29	27,9	54,32	40,26	127,12	0
34	336,83	338,99	336,51	251,28	237,6	235,73	254,96	196,37
35	30,77	56,46	59,61	71,32	0,9	24,22	11,63	28,7
36	90,8	162,03	666,91	1298,82	57,44	115,31	586,62	1289,55
40	342,94	610,8	253,43	303,91	260,7	546,47	196,74	257,27
43	20,24	19,64	18,99	22,56	0,89	10,34	2,45	4,47
44	32,11	27,86	60,94	515,07	7,6	5,16	8,45	448,56
45	120,68	163,49	365,24	962,09	58,38	114	275,45	895,25
47	271,12	51,7	103,53	80,97	150,22	21,9	34,96	26,05
48	70,2	83,45	218,62	126,38	3,34	7,27	118,78	71,96
52	117,05	608,57	245,41	318,91	40,17	539,7	163,26	197,67
55	83,44	15,01	149,15	174,25	53,08	4,85	84,14	141,34
57	171,25	259,23	44,36	38,24	76,31	213,31	2,08	15,91
58	88,92	246,8	151,53	189,19	25,64	170,76	78,52	111,39
59	146,26	263,77	215,12	2,1	73,73	222,53	170,47	0
62	138,37	283,66	129,14	10,71	54,97	139,45	50,39	1,6
63	168,56	55,16	93,16	107,63	117,3	23,59	49,33	47,45
66	18,03	234,55	492,75	374,76	3,11	153,69	404,12	303,11
67	116,45	8,7	45,31	69,9	54,79	0	8,9	39,64
69	20,5	14,34	88,56	46,17	0	4,84	21,53	11,02
71	9,5	23,31	15,68	27,53	0	16,32	2,66	10,61
72	129,14	305,03	1271	1372,46	58,5	209,01	1223,68	1334,63
75	31,91	130,76	64,24	392,57	10,99	83,02	18,9	354,51
78	94,19	96,33	575,65	563,09	52,72	50,45	526,08	503,86
79	181,61	181,61	928,13	1071,21	142,43	145,45	885,12	1050,76

\* drop out

**Tab. 32 : Übersicht über Mittlere Wirkfläche Signalkomplexe in Newton x Sekunde (Ns), Anzahl Signalkomplexe der Studientiere der Kontrollgruppe**

Proband	Mittlere Wirkfläche Signalkomplexe (Ns)				Signalkomplexe			
	Tag 1a	Tag 1b	Tag 3a	Tag 3b	Tag 1a	Tag 1b	Tag 3a	Tag 3b
*2	8,92	7,44			122	125		
4	2,35	2,35	5,2	6,36	30	30	48	57
5	4,42	2,44	2,42	3,04	15	25	60	64
*6	2,51	8,17			7	23		
8	1,29	2,97	3,57	2,56	14	36	29	12
12	1,37	0	3,58	1,01	1	0	55	1
13	7,04	9,98	6,37	7,76	71	88	68	81
14	3,54	2,69	2,7	1,51	35	37	62	18
15	1,18	1,47	1,99	1,98	2	6	40	24
18	2,83	2,33	3,68	7,4	31	39	45	30
21	3,99	5,72	5,51	5,23	29	64	71	48
22	2,61	3,78	5,68	8,57	37	66	89	83
23	9,12	11,31	8,26	17,22	82	88	101	100
26	5,5	6,64	2,92	9,07	56	80	55	89
29	1,89	2,61	3,88	1,27	6	24	5	5
31	2,72	2,52	3,74	0	20	16	34	0
34	4,95	5,12	3,98	3,85	48	46	64	51
35	0,9	3,46	1,45	1,79	1	7	8	16
36	19,15	2,96	6,67	13,03	3	39	88	99
40	4,42	6,83	3,28	4,68	59	80	60	55
43	0,89	3,45	2,45	1,49	1	3	1	3
44	2,53	1,29	2,11	6,06	3	4	4	74
45	2,65	3,93	3,58	8,45	22	29	77	10,6
47	3,95	2,35	1,75	2,6	38	9	20	10
48	1,67	1,82	3,39	3,13	2	4	35	23
52	2,68	5,68	5,44	4,03	15	95	30	49
55	4,08	1,62	3,82	6,15	13	3	22	23
57	8,48	11,85	2,08	7,95	9	18	1	2
58	2,14	3,88	2,31	3,59	12	44	34	31
59	3,35	10,12	7,75	0	22	22	22	0
62	2,89	3,67	2,19	1,6	19	38	23	1
63	3	1,81	4,93	1,69	39	13	10	28
66	1,56	6,4	6,22	4,46	2	24	65	68
67	2,61	0	1,27	2,2	21	0	7	18
69	0	2	1,96	1,84	0	2	11	6
71	0	5,44	2,66	1,33	0	3	1	8
72	3,44	5,1	11,23	12,24	17	41	109	109
75	1,57	3,61	3,15	16,11	7	23	6	22
78	2,2	2,19	9,93	8,54	24	23	53	59
79	3,1	2,85	7,08	9,06	46	51	125	116

\* drop out

## 8.2.3 Übersicht über die Nebenzielkriterien (Tab. 33, 35 und 37 Akupunkturgruppe, Tab. 34,36 und 38 Kontrollgruppe)

Tab. 33: Übersicht über die Milchleistung der Studientiere der Akupunkturgruppe in kg

Proband	Tag 1/1	Tag 1/2	Tag 2/1	Tag 2/2	Tag 3/1	Tag 3/2	Tag 4/1	Tag 4/2
1	10	2,5	9,5	4,3	13,5	4,6	15,1	5,8
3	3	0,6	1,3	1,4	5	2,3	6,5	2,8
7	6,4	2,1	11,1	7,2	11,3	5	20	7,2
9	5,5	0,5	4,8	2,8	8,8	2,9	7	3,8
10	2,8	0,5	4	1,7	4,4	1,7	7,3	2
11	6,8	3,4	14,3	8,6	18,1	7,3	16,7	7,8
16	9,2	2,7	7,7	1,8	7,8	2,9	15,1	3,3
17	4,4	2,3	5,6	3,2	8,6	3,8	8,8	2,8
19	10,4	2,3	8,5	3,5	10,4	3,5	16,5	5,4
20	8,5	10,9	15,6	6,3	22,7	8,7	19,6	9,3
24	25,6	4,7	16,3	7,3	16,4	7	19	8,3
25	14,6	5,6	16,3	5,7	16,3	7	14,1	6,2
27	9,3	7,9	16,3	3,8	14,8	11,5	16,9	10,6
28	5,5	2,2	6,9	3,6	8,8	4,7	9,9	3,3
30	6,5	5,3	8,3	3,6	11,7	4,3	9,5	3,9
32	0,3	0	0,2	0	4,6	1,6	6,5	2,3
33	6,2	3,7	12,1	5,3	9,8	5,5	8,6	5,4
37	10,3	3	9,2	4,6	9,4	7	18,7	7
38	6,1	8	7	3,7	11,2	4,3	9,4	5,7
39	8,5	3,7	12,1	7,5	12,6	5,6	12,5	7
41	10	5,3	11,8	6	16	2,6	22,7	6
42	1	2,6	2,8	0,8	5,1	2	7,8	2,3
46	3,8	1,9	4,5	2,1	1,5	1	5	1,8
49	8,2	1,5	10,1	4,2	12,3	4,5	11,6	4,2
50	15,8	4	15,4	4,8	12,9	5,7	15,6	5,4
51	6,6	2,3	8,7	3,3	7,8	5,6	7,8	6,7
53	6,5	0,5	8,6	4,1	8,6	4,2	10	3,3
54	0,3	0,3	0,2	1,7	9,4	0,7	13,2	3
56	7,3	2,7	10,4	1,9	10,7	2	13,1	3,1
60	6,4	2,2	15,1	6,8	15,2	6,5	11,6	7,5
*61	2,8	1	0	0	0	0	3,4	0
64	13,3	4,6	13,8	6,4	15,7	2	16,5	9,2
65	0,6	0	0,75	0	1	0	0,5	0
68	7,7	3,7	4,8	2,2	8,5	4,2	9,2	3,9
70	1,8	1,3	4,2	1,8	7,4	2,2	8,1	2,6
73	6,5	1	9,5	1,2	10	1,9	11	2
74	3,3	1,7	6,5	2	7,8	3,2	8,4	3,7
*76	3,1	0,6	1,4	0,3				
77	15	5,2	13,3	5,5	13,5	5,8	15,2	6,5
80	9,7	3,2	14,3	3	8,7	2,6	14,8	6,9

\* drop out

**Tab. 34: Übersicht über die Milchleistung der Studientiere der Kontrollgruppe in kg**

Proband	Tag 1/1	Tag 1/2	Tag 2/1	Tag 2/2	Tag 3/1	Tag 3/2	Tag 4/1	Tag 4/2
*2	0	0,1	0,6					
4	0,1	0,1	1,2	0,1	0	0,5	0,2	0
5	3,7	1,4	5,6	3	5,9	3,1	7	2,6
*6	6,3	2,8						
8	10,3	3	11,3	4,6	11	4,4	8,2	4,6
12	12,8	4,2	9,6	3,4	13,6	3,4	14	5,7
13	0,6	4	5,8	0,8	7,8	2,3	8	3,5
14	0,7	0,3	4,5	2,5	4,5	2,6	5,6	0,3
15	13,6	3,9	12,8	4,4	8,7	4,7	6,3	2,3
18	14,7	4,5	13,7	3,8	12,5	3,6	12,1	5,2
21	10,8	5,6	11,2	8,6	24,8	7,8	27,7	7,3
22	22,5	4,7	27	3,7	25,2	4,3	25,2	4,2
23	3,2	6,7	6,7	3	11,8	3,1	11,7	3,5
26	2,5	1,7	9,9	2	8,6	1,9	7,2	2,5
29	8	4,8	9,8	8,3	12,9	6,9	13,9	7
31	17,8	2,6	11,4	5,4	8,1	4,5	8,7	6,1
34	1	4	2,3	1,9	6,5	3,9	9,2	4,3
35	7,1	1,2	9	3	13,3	3,2	9,5	2,9
36	3	1,1	0,6	1,2	4,6	2,1	5,6	2,5
40	3,3	2,3	11,3	2,5	8,6	5,2	8,6	2,5
43	7,7	3,2	6	3,2	6	3,2	8	3,2
44	5,2	0,1	8,9	3,7	16,1	4,5	15,8	4,7
45	7,8	2,1	5,4	3,1	3,8	3,7	5,3	3,4
47	0,2	0,3	0,8	0,8	1,6	1,1	4,6	1,8
48	4,2	2,1	7,2	3,7	10	4,6	14,2	6,6
52	4,8	1,8	8	3,3	10,3	3,3	10,3	5
55	0,1	0,1	0,1	0,1	0,05	0,1	0,8	0,2
57	8,2	4,6	8,1	4,5	10,8	4,8	15,5	5,6
58	8,4	4,3	10	4,3	9,9	4,3	11,2	5,2
59	6,3	2,4	14,8	5,7	16,7	5,8	17,4	7,3
62	16,8	5	10,9	3,1	10,6	4,3	15	13,3
63	0,1	0,1	0,6	1,1	1,6	1,6	6,5	2,6
66	1,5	0	5	1	5	1,5	6	2
67	11,2	3,9	13,8	4,2	18,9	5,6	19,4	8,9
69	5,4	1,6	10,2	2,8	15,4	7,8	17,7	5,4
71	10	1	11	1,2	12	2	18	4
72	1,6	0,5	3	1	2,5	1,2	3,6	1,4
75	8,4	3,4	6,4	5,9	9,8	4	10,7	4,3
78	3,3	2,5	9,5	2,5	8,7	2,2	8,8	2,4
79	0,5	0,3	2,6	1,5	2,6	1	2,2	0

\* drop out



**Tab. 35: Übersicht über die Base-Excess-Werte der Studentiere der Akupunkturgruppe in mmol/l**

Proband	Tag 0	Tag 1a	Tag 1b	Tag 2	Tag 3a	Tag 3b	Tag 4
1	-6,6	-3	-3,6	2,8	5,2	4,7	7,3
3	1,4	4,6	4,5	3,2	5,4	6,4	5,9
7	5	5,9	3,9	5,6	4,6	4,6	5,3
9	-3,1	2,5	3,1	2,2	8,6	5,4	6,7
10	6,7	5,5	4,6	5,2	5,8	5,1	7,5
11	-1,6	1,8	4	7,2	3,9	4,2	3,9
16	-1,5	0,1	3,6	6,1	7,3	9	7,6
17	5,2	5,1	4,6	6,2	3,9	3,8	4,9
19	-3,9	0	0,6	2,9	6,8	7	8
20	0,6	5,7	6,3	3,5	7,9	7,6	4,1
24	2,7	3,5	4,5	4,3	4,8	5,9	7,1
25	6,3	8,4	9,3	3,1	4,3	4,3	3,2
27	5,7	5,1	4,4	5	3,5	-1,6	4,1
28	3,6	3,8	4,5	6,3	4,9	4,6	2,4
30	15	2,5	3,3	2,3	5,8	5,6	6,9
32	-0,1	-0,4	0,4	5,9	-0,2	1,4	2,2
33	6,4	0	2,4	1	5	5,6	7,3
37	-3,5	1,5	3,4	1,9	0,6	4,7	7,2
38	7,7	9,6	9,7	6,2	6,6	6,3	5,6
39	5,6	5,6	2,3	4,1	10,1	5,5	10,8
41	1	4,7	5,6	5,8	4,3	6	8,8
42	23	0,3	-0,8	-6,1	-5,3	-4,3	-3,3
46	8,3	7,4	9,2	8,4	9,1	9,9	6,1
49	4,1	6,3	4,4	-1,3	3,4	3,5	3,8
50	18,4	5,8	3,1	2,5	3,4	1,5	6,6
51	5,5	-1,7	-3	1,7	4,6	6,2	6,9
53	-3,4	0,2	2,1	-1,1	0,9	-1,2	7,9
54	23,7	19	17,8	4	1,5	2,1	4,2
56	24,9	8,6	8,2	4,6	-0,9	2,1	-0,8
60	3,5	2,7	2,1	6,9	6,8	7	2
*61	3,6	15,5	21,9	12,1	1,6	2,5	2,2
64	1,3	3,8	5,5	3,4	-1,8	5	1
65	8,9	-5,5	-6,6	-2,1	-2,5	-5,2	-1
68	-0,9	-2,9	-1	-3,7	-0,9	-1,4	-0,6
70	12,5	-3,9	-2,8	-2,1	-0,2	1,4	4
73	4,7	3,4	4,9	3,1	-1,4	3,8	2,4
74	0	-8,1	-8,9	-5,7	2,7	0,8	3,4
*76	2,6	14	18,7	20	13,1		
77	9,2	4,5	4	1,8	0,7	0,5	4,5
80	-0,9	-0,8	2,9	4,4	6,1	1,1	0,6

\* drop out

**Tab. 36: Übersicht über die Base-Excess-Werte der Studientiere der Kontrollgruppe in mmol/l**

Proband	Tag 0	Tag 1a	Tag 1b	Tag 2	Tag 3a	Tag 3b	Tag 4
*2	21,7	7,1	6,8	1			
4	-7,3	-2,1	-0,2	3,8	5,1	4,4	3,4
5	10,4	10,5	10,4	3,8	-1,5	4,1	3,5
*6	-11	-9,6	-10,8	-10,6			
8	1,4	4,6	5,2	5	8,1	6,1	3,8
12	9,4	9,1	6,4	3,8	1	-0,1	2
13	1,5	4,1	10,5	6,6	4,4	5,8	7,5
14	13,4	-0,6	-0,4	-1,4	-2,9	-1,3	-0,5
15	8,4	2	1,7	5,1	8,5	7,2	7,4
18	3,8	7,5	7,2	5,3	3,2	5,2	4,9
21	-0,1	3,1	2,7	1,7	3,6	1,4	5,1
22	-1,5	4,9	-0,4	2,1	2,9	4,1	6,1
23	-3,1	4,8	6,9	8,7	7,3	9,4	7,4
26	3,9	6,4	7,4	7,5	8,6	7,9	8,4
29	8,5	5	6,6	8,3	6,4	10,7	8
31	5,3	-1,2	1	3,9	1,8	7,2	8,6
34	16,6	19,2	19,9	5,6	4,8	2,2	0,6
35	>30	19,6	12,1	4,6	1	-0,3	0
36	1	1	2,1	3,3	0,8	3,8	-1,2
40	5	4,3	2,2	3,5	2,2	0,4	3,7
43	0,8	2,7	2,1	3	2,1	2,4	2
44	11,5	4,1	2,6	0,6	1	2,8	5
45	10,2	5,2	3,8	3,9	3,5	3,6	7,4
47	-0,1	4,1	2	0,2	1,3	0,4	1,8
48	10,8	7,6	5,4	5,4	8,7	10,1	9,1
52	13,9	11,4	11,5	5,7	7,3	7,2	7,4
55	29,3	5,5	4,8	-6	-4	-4	-2,7
57	-0,5	3,6	6	8	6,7	5,6	5,7
58	-0,8	8,1	5	6,3	7,2	5,9	7,3
59	0,6	6	6	7,7	10,9	11,3	10,2
62	-0,5	3,4	5,1	5,4	1,2	6,6	6,4
63	14,1	10,8	10,4	5,4	0,2	1,2	2,8
66	10,8	5	1,7	0,2	3,8	6,3	6,4
67	5,5	2,8	0,7	0,2	2,2	2,3	3
69	2,5	3,5	2	2,7	3,1	2	4,4
71	-0,7	-0,4	1	1,6	1	1,2	2,5
72	-4	4,8	4,3	2,6	-3,4	-3,3	-5,2
75	5,7	2,7	0,2	2,2	6	5,9	3
78	6,5	2,8	1,8	-0,2	-1,1	2,4	1,5
79	-2,3	2,1	4,1	-2,3	-2	-1,7	-1,6

\* drop out

**Tab. 37: Übersicht über die  $\beta$ -Hydroxybutyratkonzentration im Heparinplasma der Studentierre der Akupunkturgruppe in mmol/l**

Proband	Tag 0	Tag 1a	Tag 1b	Tag 2	Tag 3a	Tag 3b	Tag 4
1	4,26	3,45	2,58	1,33	0,67	0,65	0,76
3	0,17	0,35	0,33	0,38	0,34	0,31	0,25
7	1,35	2,04	1,12	0,9	0,68	0,76	0,77
9	0,49	0,45	0,39	0,45	0,77	0,38	0,48
10	0,2	0,23	0,28	0,3	0,36	0,31	0,35
11	0,61	1,39	1,55	0,53	0,57	0,66	0,54
16	0,22	0,64	0,74	0,46	0,76	0,69	1
17	0,26	0,65	1,06	1,35	1,4	1,15	0,71
19	0,25	0,43	0,33	0,2	0,5	0,37	0,33
20	0,72	0,57	0,59	1,56	1,53	1,11	2,03
24	0,99	1,15	0,86	1,32	1,73	1,66	2,41
25	0,48	0,78	0,78	0,91	0,73	0,81	0,99
27	0,72	0,92	0,47	0,64	0,33	0,29	0,62
28	0,44	0,25	0,26	0,33	0,34	0,32	0,44
30	0,76	0,57	0,53	0,8	1,09	1,04	1,19
32	0,74	1,24	1,18	0,65	0,94	0,95	0,74
33	0,98	1,97	1,43	1,19	1,15	1,02	1,29
37	0,16	0,41	0,38	0,59	0,58	0,46	0,5
38	0,6	0,42	0,43	0,28	0,48	0,32	0,76
39	0,46	0,45	0,39	0,4	0,47	0,63	0,85
41	0,56	0,42	0,5	0,52	0,94	0,34	0,54
42	0,48	0,52	0,32	0,37	0,42	0,39	0,41
46	0,11	0,21	0,26	0,35	0,45	0,35	1,2
49	2,92	0,82	0,98	1,02	0,56	0,62	0,71
50	0,69	0,67	0,68	0,77	0,95	0,64	0,6
51	4,92	5,17	5,91	3,45	1,25	0,99	0,56
53	0,5	0,36	0,56	0,63	0,62	0,76	0,96
54	0,02	0,17	0,12	0,23	0,24	0,21	0,28
56	0,18	0,87	0,68	0,49	0,43	0,55	0,46
60	0,27	0,44	0,49	0,4	0,49	0,52	0,62
*61	0,41	1,11	1,27	0,82	0,66	0,48	0,25
64	1,8	1,84	1,52	0,92	0,67	0,45	0,28
65	0,32	0,19	0,31	0,29	0,27	0,34	0,23
68	0,95	0,98	0,8	1,2	0,61	0,65	0,34
70	0,25	0,36	0,2	0,22	0,45	0,24	0,44
73	0,5	1,07	0,92	1,2	1,13	1,74	1,21
74	0,58	0,5	0,29	0,48	0,63	0,35	0,05
*76	0,4	0,49	0,84	1,34	0,7		
77	0,17	0,32	0,38	0,71	0,66	0,35	0,33
80	0,47	0,61	0,26	0,44	0,63	0,25	0,27

\* drop out

**Tab. 38: Übersicht über die  $\beta$ -Hydroxybutyratkonzentration im Heparinplasma der Studienteile der Kontrollgruppe in mmol/l**

Proband	Tag 0	Tag 1a	Tag 1b	Tag 2	Tag 3a	Tag 3b	Tag 4
*2	0,08	0,38	0,35	0,17			
4	0,46	0,33	0,27	0,26	0,33	0,34	0,47
5	0,28	0,38	0,41	0,48	0,53	0,56	0,43
*6	8,33	7,54	5,98	6,43			
8	1,86	1,23	0,77	0,26	0,14	0,17	0,52
12	1,5	1,11	0,78	0,76	1,23	0,84	1,35
13	0,27	0,53	0,4	0,29	0,6	0,54	0,46
14	0,36	0,3	0,4	0,49	0,22	0,21	0,25
15	0,45	0,62	0,59	0,65	0,86	0,75	0,68
18	1,89	1,44	1,21	2,82	1,74	2,14	1,97
21	1,95	1,5	2,47	1,42	1	0,92	0,99
22	0,62	2,51	1	0,94	1,88	1,89	1,17
23	0,21	0,54	0,34	0,59	0,36	0,44	0,48
26	0,39	0,37	0,28	0,43	0,35	0,48	0,43
29	1,33	1,45	1,57	1,06	0,4	0,72	0,63
31	1,34	0,86	0,75	0,55	0,55	0,43	0,46
34	0,47	0,73	0,49	0,52	0,74	0,59	0,67
35	0,43	0,51	0,45	0,55	0,77	0,49	0,46
36	0,15	0,14	0,28	0,65	0,81	0,86	0,82
40	0,53	0,34	0,31	0,36	0,35	0,39	0,39
43	2,25	2,16	2,43	2,03	5,34	3,15	3,53
44	0,22	0,19	0,2	0,25	0,28	0,19	0,25
45	0,34	0,94	0,85	0,94	0,66	0,6	0,69
47	0,78	0,91	0,93	0,36	0,41	0,64	0,41
48	0,23	0,29	0,44	0,35	0,49	0,51	0,64
52	0,29	0,16	0,25	0,28	0,39	0,23	0,4
55	0,5	0,76	0,82	0,47	0,49	0,53	0,78
57	0,19	0,64	0,5	0,54	0,39	0,33	0,49
58	0,28	0,34	0,01	0,45	0,52	0,47	0,62
59	0,34	1,31	0,82	0,58	0,43	0,46	0,42
62	0,3	0,52	0,52	0,57	0,66	0,58	0,83
63	0,22	0,32	0,11	0,28	0,46	0,37	0,35
66	0,2	0,19	0,2	0,39	0,26	0,33	0,36
67	1,1	1,09	0,79	1,35	1,31	1,01	1,18
69	3,15	1,38	2,05	0,9	0,6	0,4	0,42
71	0,46	1,3	1,34	1,41	1,01	1,08	1,09
72	0,24	0,7	0,53	0,46	0,59	0,2	0,61
75	0,5	0,92	0,51	0,49	0,58	0,78	0,7
78	0,24	0,15	0,18	0,17	0,25	0,2	0,35
79	0,16	0,23	0,36	0,66	0,22	0,52	0,63

\* drop out

## **Danksagung**

Ich danke Prof. Dr. Dr. habil. Klaus Doll für die Überlassung des Themas und die Betreuung der Dissertation.

Ich danke Prof. Dr. Martin Werner für die Zusammenarbeit bei der Konzeption der ruminographischen Methode, ohne ihn wäre der technische Teil dieser Arbeit niemals möglich gewesen.

Ich danke Dr. Klaus Failing, Marion Sparenberg und Rainer Lüdke für die Hilfe bei der statistischen Auswertung.

Ich danke allen Mitarbeitern der Klinik für Wiederkäuer für die Hilfe bei der Durchführung des praktischen Teils meiner Arbeit, für eine lehrreiche Zeit und viele unvergessliche Momente.

Ich danke der Carstens-Stiftung für die Aufnahme in ihr Promotionsförderprogramm und vor allem Dr. Beate Stock-Schröer sowie allen Promotionsstudenten der Stiftung für viele lehrreiche KVC- Kolloquien in Essen.

Zuletzt gebührt ein herzlicher Dank meiner Familie und meinen Freunden für die Unterstützung und den Rückhalt während des Studiums und der Promotion. Außerdem möchte ich Sami für sein Verständnis danken, dass alle Pläne umgeworfen werden mussten, wenn wieder ein „RECHTER“ in die Klinik eingeliefert wurde.

## **Erklärung**

Ich habe die vorgelegte Dissertation selbständig und ohne unerlaubte fremde Hilfe und nur mit den Hilfen angefertigt, die ich in der Dissertation angegeben habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der "Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis" niedergelegt sind, eingehalten.



*Verlag für  
Vierhöckerbau*  
**VVB LAUFERSWEILER VERLAG**

**VVB LAUFERSWEILER VERLAG**  
STAUFENBERGRING 15  
D-35396 GIESSEN

Tel: 0641-5599888 Fax: -5599890  
redaktion@doktorverlag.de  
www.doktorverlag.de

ISBN: 978-3-8359-6139-5



9 783835 196139 5

Photo cover: © mediagram - Fotolia.com